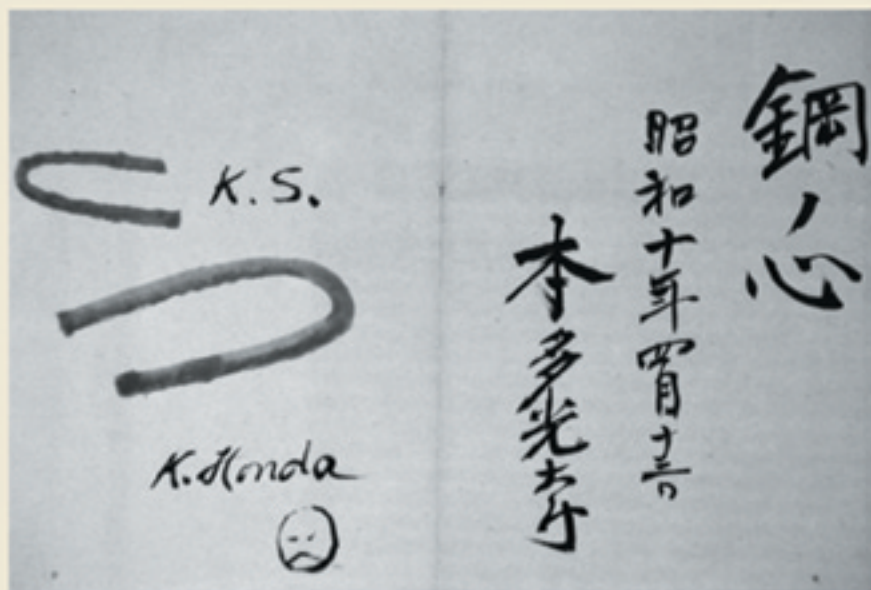


KS鋼

第1次世界大戦(1914-1918)の勃発により、外国からの物資輸入が制限され、工業用諸機械、兵器用材料はほとんど途絶えてしまいました。このような社会状況で、旧帝国陸海軍の航空関係からの要請により、本多らが磁石鋼の開発に乗り出し、試行錯誤の結果、当時最良の永久磁石タングステン(W)とクロム(Cr)を含む鋼中の鉄の3分の1をコバルト(Co)に置換することで、磁石の強さが飛躍的に改善することを見出しました。この磁石が有名なKS鋼です。KS鋼の名は、開発にあたって住友吉左衛門より多額の寄付を受けたことから、彼の名前のイニシャルが付けられました。



関口蕃樹(医学部)教授書画帖より

KS鋼開発のエピソード

当時、一般によく永久磁石の材料は硬いと考えられていました。そこで、Co-W鋼の組成探査に窮した高木博士が、工場の片隅にあった工具鋼に着目し、それがKS鋼の大発見を生むことになりました。

●学位論文

“KS磁石鋼の研究ならびにわが国地表物質の磁性の測定”

「Co-W-Fe磁石鋼には特に注目すべき成績はなかった。

当時教室の工場に成分不明の工具鋼があって、きわめて硬度が高く大切に居った材料があることを工員より聞いた。筆者は之を分譲してもらい之をFe-Co合金にWの場合と同様に配合した。その結果抗磁力180エルステッドの磁石が発明された。本多教授は非常に驚かれて早速分析を命じられた。その結果、抗磁力の増加はCr元素によるとの結論になった」

5. Co-Fe-W-Cr 磁石鋼
Co-W-Fe 磁石鋼は特に注目すべき成績はなかった。当時教室の工場に成分不明の工具鋼があり、きわめて硬度が高く大切に居った材料があった。筆者は之を分譲してもらい之をFe-Co合金にWの場合と同様に配合した。その結果抗磁力180エルステッドの磁石が発明された。本多教授は非常に驚かれて早速分析を命じられた。その結果抗磁力の増加はCr元素によるとの結論になった。その後 Fe-Co-Chromium により Cr を配りに試験した結果 Ir-Co-W-Cr の磁石鋼が完成された。当初新造鋼は Ir-Co-W-Cr 合金を配ったのであったが、その後に採れた試料の成分が異なることがあった。

6. Co-Fe-W-Cr 磁石鋼
試料の消費は Cr の入手は当時五の困難な状態であった。遂に化学用の Cr を購入してヤマト鋼の高価な試料を使用して試みた。その結果は試

高木弘博士学位論文の一部

新KS鋼の開発

1931年、三島徳七(東京帝国大学工学部)によるKS鋼の約2、3倍の保磁力と優れた安定性を示すMK磁石(三島と三島の実家がある喜住にちなんで命名、Fe-Ni-Al合金)の発明をきっかけに、東北大金研でもアルミと類似したチタンを用いて新しい磁石鋼の研究が始まり、1934年に、残留磁束密度6300ガウス、保磁力900エルステッドという残留磁気は弱いが保磁力が大きいFe-Ni-Co-Ti磁石が見出されました。そして、本多により新KS鋼と名付けられました。この磁石の発見のみそは磁性を示さないチタンの添加にありました。

ただし、当時の精錬技術では、不純物としてチタン中に若干のアルミが含まれており、その後MK鋼と新KS鋼をそれぞれ工業化した2つの企業、三菱鋼材と住友金属および東北帝国大学金属材料研究所の間で、「新KS鋼はMK鋼の改良品か、新規な発明か」で特許論争が起こります。しかし、当時日本は第2次世界大戦に突入する直前であり、両者は和解することになります。

単結晶

シリコン(Si)をはじめとするバルク半導体結晶や四ホウ酸リチウム、ランガサイトなどの酸化物バルク単結晶は現在の情報社会を支えるエレクトロニクス製造のための基板材料です。

シリコンはスーパーマテリアル

われわれの身の周りの家電製品やコンピューターに入っているIC(アイシー)やLSI(エルएसアイ)は材料としてシリコン(Si)を使っています。

●シリコン(Si)が使われる理由

- 1) 地球上で二番目に多く存在する元素であるため原料が豊富で安価です。
- 2) 環境にやさしい、無害な物質です。
- 3) 高純度、高品質かつ大きな単結晶を作れます。
- 4) Siは半導体であり、トランジスタなどの電子部品を作るのにちょうど良い電気的性質を示します。

ランガサイト単結晶

($\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$)

ランガサイト結晶は、圧電材料（電気を流すと縮むまたは膨らむ材料）の一種です。主に、携帯電話方式「FOMA」の基地局で周波数バンドパスフィルター（そこらに飛んでいる携帯やPHSなどの色々な信号からFOMAの振動だけを取り出す）として使われています。

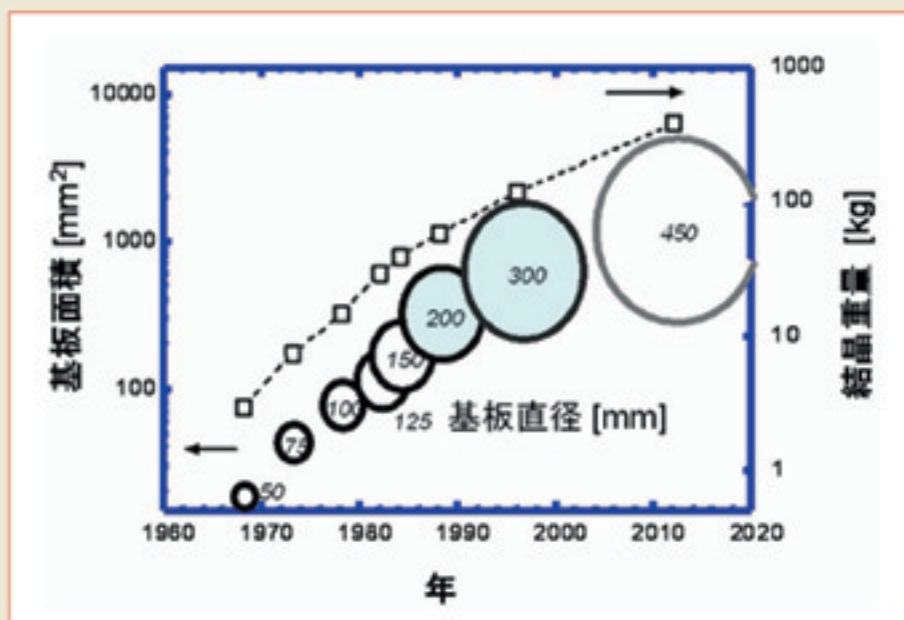
四ホウ酸リチウム単結晶

($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$)

四ホウ酸リチウム結晶は、非線形光学材料の一種です。例えば波長1マイクロメートル（1000分の1ミリメートル）のレーザー光を結晶に通すと0.5マイクロメートルにすることができます。すなわち、この結晶をレーザー光の波長変換に利用することで、レーザー装置では得られない波長のレーザー光を発生させることができます。

どんどん大きくなるシリコン

大きなシリコン基板を使うと、一度にたくさんのLSIを作ることができるため、LSI一個あたりの値段が下がります。LSI製造費用を安くするためにシリコン基板は年々大きくなっています。



半導体

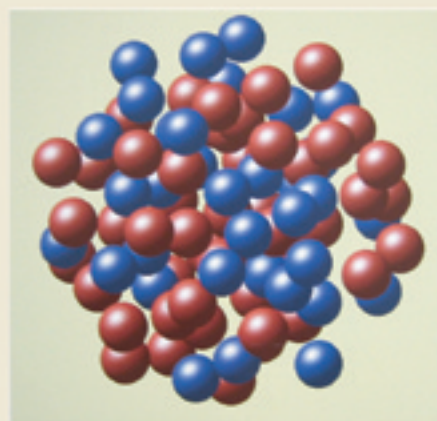
電気をよく流す金属のような導体と電気を全く通さない絶縁体の中間の電気抵抗を持ち、人工的に電気抵抗を大きくしたり、小さくしたりできます。この半導体で電流のスイッチが作れます。

アモルファス

図に示したのは、アモルファスと呼ばれる物質と結晶物質の中の原子の並び方を約1億倍に拡大して示した模型です。このように、原子が周期的に整然と並んだ結晶物質とは異なり、アモルファスでは個々の原子の並び方はバラバラ（ランダム）です。このようなランダムな原子配列の物質をアモルファスと呼びます。



結晶の原子配列模型



アモルファスの原子配列模型

アモルファス金属材料の開発

アモルファス金属はランダムに原子が配列した新しい構造を持つため、結晶金属材料では実現できない優れた性質を示します。そのため、アモルファス金属は画期的材料物性を示す新素材として注目されてきました。とくに、鉄を主要成分とする鉄基アモルファス合金が高強靱性（1972年増本）、超耐食性（1974年橋本、増本ら）、極軟磁性（1974年藤森、増本ら）を示すことを発見し、アモルファス金属の「3大特性」と呼ばれてきました。

現在、薄板・細線・粉末として生産されており、巻鉄心・磁気ヘッド・センサー素子・ワイヤーなどとして利用されています。最近ではアルミ基やマグネシウム基のアモルファス軽合金（1988年井上、増本ら）や金属ガラス（1990年井上・増本ら）の開発、アモルファスからのナノ結晶合金の開発など広範囲な広がりを見せています。

金属ガラス材料を用いたマイクロ部品の製造

金属ガラスと呼ばれる特定の金属アモルファスは、加熱するとガラス転移を起こし、固体から過冷却融体と呼ばれる水飴のような粘い液体状態に変わります。結晶物質と異なり、過冷却融体を単結晶シリコンで作製した型に加熱しながら流し込む（高速加熱式閉塞鍛造）ことによって、ナノメートル（百万分の1ミリメートル）オーダーで表面にほとんど凹凸のない極微細加工ができます。このような金属材料は、マイクロマシン部品加工などの応用に大きく道を開くものとして期待されています。

日 報 工 業 新 聞 1992年(平成4年)11月12日 水曜日

直径1ミリのマイクロ歯車 非晶質合金で成形



写真左側は、直径1ミリのマイクロ歯車。右側の写真は、非晶質合金の断面。

加工表面に凹凸ない 過冷却状態でプレス

東京大と群馬大

微小機械に用途

東京大学工学部材料工学科の佐藤孝一教授と群馬大学工学部材料工学科の佐藤孝一教授は、非晶質合金の微小機械への応用について、11月12日付の「日経工業新聞」に掲載された。

東京大学と群馬大学の研究チームは、非晶質合金の微小機械への応用について、11月12日付の「日経工業新聞」に掲載された。非晶質合金は、通常の金属材料と異なり、加熱するとガラス転移を起こし、粘り気のある液体状態になる。この状態でプレス成形を行うと、表面が非常に滑らかになるという特徴がある。この特性を利用して、直径1ミリのマイクロ歯車を成形することに成功した。この技術は、微小機械の分野で大きな応用が期待されている。

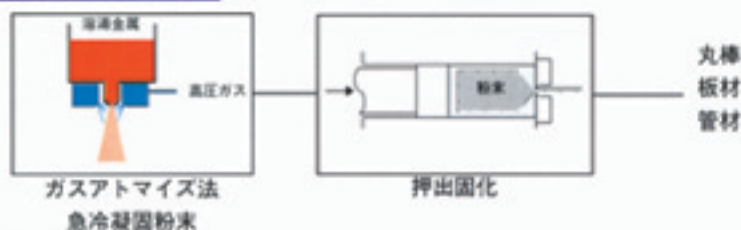
非晶質合金の微小機械への応用について、11月12日付の「日経工業新聞」に掲載された。非晶質合金は、通常の金属材料と異なり、加熱するとガラス転移を起こし、粘り気のある液体状態になる。この状態でプレス成形を行うと、表面が非常に滑らかになるという特徴がある。この特性を利用して、直径1ミリのマイクロ歯車を成形することに成功した。この技術は、微小機械の分野で大きな応用が期待されている。

科学技術

高強度ナノクリスタル合金

東北大金研新素材設計開発施設とYKK(株)は、ガスアトマイズ法で作製したアルミ合金の急冷粉末を押し出し固化するという特殊な方法で、通常のアルミ合金の約千分の1の微細組織を実現し、高強度、高耐熱性、高剛性アルミ合金(GIGASTM)を共同開発しました。

素材製造プロセス

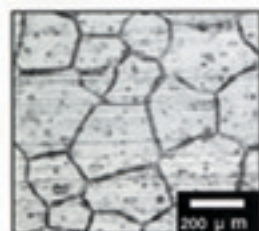


GIGAS の組成

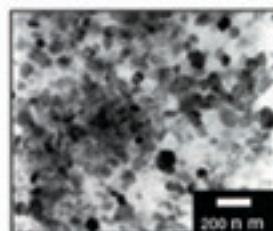
品番	Ni	Cu	Mn	Zn	Mg	Ti	Zr	Al
GIGAS 2 0	8.2	1.0	2.0		0.25	0.7	0.8	bal.
GIGAS 3 0		1.5		9.5	3.0			bal.
GIGAS 5 0	11.5	1.5	1.0					bal.

(wt%)

金属組織写真



6063押出材



GIGAS 20

ソフトボールバットへの応用

優れた強度を持つHS700 (外管)、GIGAS (内管) を使用し、壁面を限界まで薄肉に設計した二重管構造 (ダブルウォールモデル) の採用で、ミズノの従来モデルを超える反発力のソフトボールバットが実現しました。日本ソフトボールチームは、シドニーオリンピックでこのバットを使用しました。

シドニーオリンピック日本女子ソフトボールチーム採用



<ミズノプロ>DWスプリング

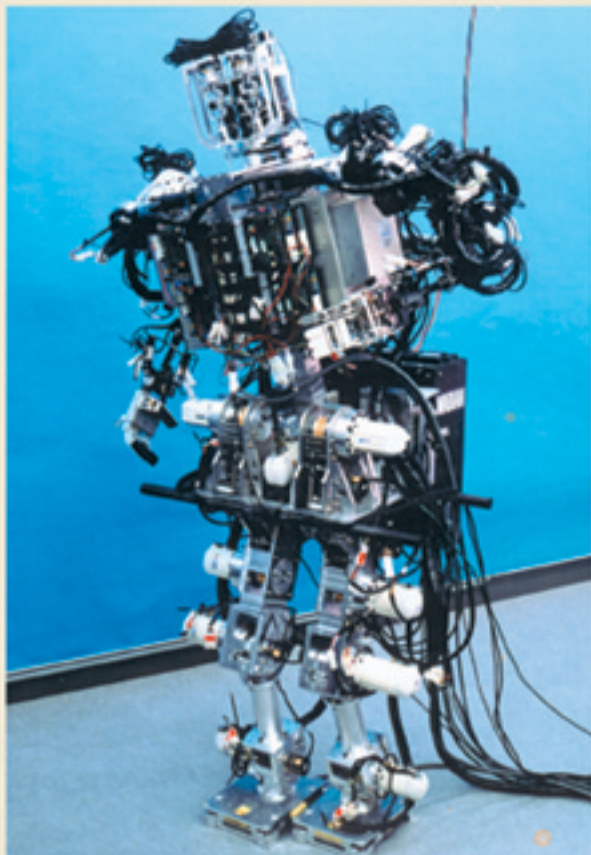
¥30,000

φ57mm 84~85cm 720~740g

新合金ギガス採用



ロボット部品(頭部、腰部、股関節、足部)を超々ジュラルミンからギガスに替え20%軽量化し、モーター増設によるスムーズな動きと、二足歩行の制御精度向上が実現しました。(早稲田大学人間ロボット“WABIAN”)



2000年シドニーオリンピック自転車競技男子スプリントで金メダルを獲得したフランスLガネ選手、4位のスプリント日本チームは自転車に「スギノ75トラックシリーズ・グランドマイティ・ギガスチェーンリング」を使用しました。



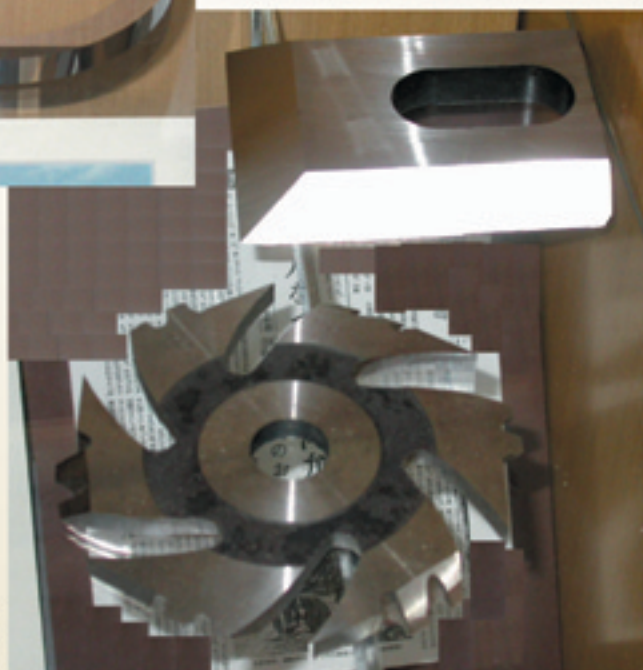
地元企業で実用化された研究成果の例

東洋刃物株式会社

大正14年8月9日に、本多式各種刃物工具・農具・食器の製造販売およびこれに関する諸般の営業を目的として設立されました。現在は、鉄鋼用・合板用・製紙パルプ用・製本用など機械工業用全般においての刃物製造・販売を行っており、国内外で広く愛用されています。



スリッターナイフ
(金属箔スリット、超硬合金)



ウルトラチッパーナイフ
(木材チップの製造)

株式会社トーキン (現NECトーキン)

昭和13年4月通信機用金属材料の国産化を目的に創立。増本量博士発明のセンダストの工業化をはじめ、本多光太郎博士発明のKS磁石鋼や岡村俊彦博士発明のマンガン亜鉛・フェライトを企業化し、日本の電気通信技術の発展に大きな役割を果たしてきた。



通信用部品センダストコア

株式会社 本山製作所



国産第1号のシームレス金属ベローズ(素材燐青銅)

東北特殊鋼株式会社

昭和12年4月「実験室的な研究から一步進んで実地研究を」という本多先生の提言に基づき、「高級特殊鋼を国産化し、産業界に貢献する」を社是に創業。炭素工具鋼、高速鋼、磁性材、機能材料などの素材を企業化し、発展的に総合エンジニアリングによる高級特殊鋼とその応用製品メーカーとして特色ある商品を提供しています。

- a. 創立当初の
強靱高硬度合金バイト
- b. 表面改質ドリル(高速度鋼)



- a. 自動車用弁用鋼(耐熱鋼)
- b. 自動車用電子制御式燃料噴射装置(耐食性軟磁性高硬度ステンレス鋼)
- c. オーディオ用ヘッド(高硬度パーマロイ)

株式会社エスアイアイ・マイクロパーツ(旧セイコー電子部品株式会社)

昭和32年腕時計のエネルギー源である、動力ゼンマイ、ヒゲゼンマイの製造工場として東北大学金属材料研究所の指導のもとに設立。増本量博士発明のダイアフレックス及びコエリンバーをはじめ、その後電池、希土類磁石などを開発製造し、総合エレクトロニクス部品メーカーとして大きな飛躍をしてきた。



ダイアフレックス製動力ゼンマイとコエリンバー製ヒゲゼンマイを使用した自動巻腕時計の内部(セイコー電子工業(株))



ヒゲゼンマイ:温度、湿度などの環境変化に伴う時間変化量を小さくするための機械式腕時計の調整機構構成部品
香箱ゼンマイ:長時間にわたってエネルギーを放出する機械式腕時計の動力源部品

本多記念室と金研資料展示室

本多記念室は、本学片平キャンパス内金研本多記念館2階にあります。そもそもこの本多記念館は、本多光太郎博士在職25周年を記念し、昭和16年10月に総工費47万円をもって建設した鉄筋コンクリート造3階建て、延べ面積2217m²の研究棟でした。その後、平成6年に金研創立75周年記念事業として当時の面影をできるだけ損なわないように保存改修工事が施されました。金研の歴史を感じさせる大理石の玄関を入り、縁のすり減った国産大理石の階段を上がると、所長室の右手に本多記念室と書かれた鉄製の重々しい扉があります。この扉を入ると、本多先生在職時の部屋がそのまま保存されています。

