

十大発明家の特許明細書を翻訳してみよう！⑧

～本多光太郎の永久磁石鋼（KS鋼）～

園田・小林知財サービス株式会社 翻訳部 谷中 修

1. はじめに

磁石の始まりは、紀元前十数世紀頃、古代ギリシャの遊牧民が、靴の金属部や鉄製の杖先にくっつく石を発見したと云われている*1。

また、マグネット (magnet) の語源は、ギリシャあるいは小アジアのマグネシア地方に産した「マグネシアの石」に由来するという説が有力である*2。

一方、現代日本語で用いられている「磁石」の語源は中国にある。中国では、磁石は「慈石」と表記されていた。天然磁石が釘を吸着する様子が、あたかも乳飲み子を慈しんで抱く母親の様子を想像させることから「慈しむ石」すなわち「慈石」と呼ばれるようになったと云われている。中国ではかつて磁鉄鉱をたくさん産出する地方が「慈州」と名付けられ、その後「磁州」に変化し、現在の河北省・邯鄲・磁県として残っている。

人工磁石が開発されたのは、二十世紀に入ってからである。本多光太郎が「KS鋼」を発明し、工業の発展に大きく貢献した。

2. 本多光太郎 (ほんだ こうたろう)

本多光太郎は、1870年（明治3年）に愛知県岡崎市において農家の三男として生まれた。17歳の時に上京し、1894年、東京帝国大学理科大学物理学科に入学。地球物理学・磁気学等を専攻。1907年にドイツとイギリスに留学し、物理学の研究に没頭する。

帰国後は、東北帝国大学理科大学教授に就任。1916年には、理科大学理化学研究所主任となり、KS磁石鋼を発明する*3。物理学者の長岡半太郎、ビタミンB1を発見した鈴木梅太郎と共に、理研の「三太郎」と称される。

3. 特許第32234号「特殊合金鋼」

本特許は1917年（大正6年）に出願されている。1917年の日本は、第一次世界大戦の影響で好景気に沸き、「大戦景気」と呼ばれていた頃である。

以下、当時の文語調の原文、現代日本語訳、英訳例の順に記載する。

発明ノ性質及ヒ目的ノ要領	
本発明ハ特ニ磁石ヲ造ル爲メ鋼鐵ト二十乃至六十「パーセント」ノ「コバルト」トヲ合金シコレニ若干量ノ「タングステン」「モリブデン」「バナジウム」又ハソノ同族ノ金属ヲ加ヘテナル特殊合金鋼ニ係リ其ノ目的トスル所ハ頑性力強サ及耐久力共ニ甚大ナ永久磁石ヲ得ントスルニ在リ	
現代日本語訳	発明の性質及び目的的要領 本発明は、特に磁石を造るために、鋼鉄と、20～60パーセントの コバルト とを合金化し、これに若干量の タングステン 、 モリブデン 、 バナジウム 、又はその同族の金属を加えてなる特殊合金鋼に関する。その目的は、保磁力、強度、及び耐久力に優れた磁石を得ることである。
英訳例	Summary of Characteristics and Object of Present Invention The present invention relates to a special alloy steel containing an alloy of steel and 20-60% cobalt , to which is added a small amount of tungsten, molybdenum, vanadium , or metals of the same family, especially for making magnets. The objective of the present invention is to obtain a magnet with excellent coercivity, strength, and durability.

コバルト (cobalt) 元素記号 Co、原子番号 27 の鉄族元素。磁性合金、耐熱合金、高速度鋼、超硬合金などの成分として用いられる。コバルトを主成分とする顔料はコバルト青（コバルトブルー）と呼ばれる。

タングステン (tungsten) 元素記号 W、原子番号 74 のクロム族元素。別名ウォルフラム。特殊鋼の成分として、また炭化タングステンを主体とする

超合金として用いられる。そのほか、電球や電子管のフィラメント、X線ターゲットなど、耐熱材料としての用途もある。

モリブデン (molybdenum) 元素記号 Mo、原子番号 42 のクロム族元素。耐熱材料、電球や電子管などの金属材料に用いられる。

バナジウム (vanadium) 元素記号 V、原子番号 23 のバナジウム族元素。合金鋼の添加剤として重要。チタン、アルミニウム、ジルコニウム、銅などの合金としても用いられる。

当時、鉄に三分の一ほどのコバルトを加えた合金を造ると強い磁気生まれることがわかってきた。しかし、この合金は、加えた磁場を取り去ると磁気が消えてしまうので、磁石にはならなかった。一方、鉄に少量のタングステンとクロムを加えた合金は、いったん磁石になるとともに戻りにくい性質があった。そこで本多光太郎は、この二つを組み合わせ、コバルト、タングステン、クロムの合金をつくれれば、強く耐久性の高い磁石が作れるに違いないと考えたのであった*4。

発明ノ詳細ナル説明	
本発明ハ コバルト 二十乃至六十「パーセント」 鋼鉄 右歩合以外ノ全量 大約右ノ如キ配合ヲ基礎トシテ成ル合金ニシテ之ニ〇.五乃至二十「パーセント」ノ「タングステン」若シクハ〇.二乃至十五「パーセント」ノ「モリブデン」ヲ加ヘ或ハ更ニ〇.三乃至十「パーセント」ノ「クロム」ヲ加エルコトニ因リ一層良好ナル結果ヲ發揮セシム	
現代日本語訳	発明の詳細な説明 本発明は、概ね、 コバルト 20～60パーセント 鋼鉄 上記割合以外の全量 という配合を基礎としてなる合金であり、これに0.5～20パーセントのタングステン、若しくは0.2～15パーセントのモリブデンを加え、又は更に0.3～10パーセントのクロムを加えることにより、一層良好な結果を發揮する。
英訳例	Detailed Description of Invention The present invention is an alloy based on the following composition: 20-60% cobalt; and steel, which makes up the remaining percentage. To this composition, 0.5-20% tungsten or 0.2-15% molybdenum is added. Even better results are achieved when 0.3-10% chromium is added.

クロム (chromium) 元素記号 Cr、原子番号 24 のクロム族元素。各種合金（ステンレス鋼、耐熱合金など）製造のほか、めっきにも広く用いられる。

而シテ本發明ニ用フル鋼鐵ハ含炭量約〇.三乃至二「パーセント」ヲ適當トシ「コバルト」ノ分量ハ他ノ資料ノ配合率ニヨリ多少ノ差異アリ雖モ三十五「パーセント」前後ヲ最良トス	
現代日本語訳	したがって、本発明に用いる鋼鉄の含炭量は、約0.3～2パーセントが適量であり、コバルトの分量は、他の材料の配合率により多少の差異があっても、35パーセント前後が最良である。
英訳例	Therefore, the appropriate amount of carbon in the steel used in the present invention is about 0.3-2%, and the best amount of cobalt is around 35%, though there may be some variation due to the ratio of other materials.

此磁石鋼ヲ造ル方法ハ上記ノ割合ニ各金属元素ヲ混シテ之ヲ攝氏千七百乃至千八百度ニテ熱シテ充分ニ溶解シ徐々ニ冷却ス	
現代日本語訳	この磁石鋼を造る方法は、上記の割合で各金属元素を混ぜて、これを摂氏1700度～1800度にて熱して十分に溶解し、徐々に冷却することを含む。
英訳例	The method of producing the magnet steel of the present invention involves mixing the metal elements in the above proportions, heating the obtained mixture at 1,700-1,800 degrees Celsius, sufficiently melting it, and then gradually cooling it.

次ニ之ヲ鍛錬シテ磁石ノ形トシタル後焼入ヲナス	
現代日本語訳	次に、これを鍛錬して磁石の形とした後、焼入をする。
英訳例	The mixture is then forged into the shape of a magnet and then quench-hardened .

鍛錬 鍛錬には、「金属を鍛えねる」（広辞苑）という意味がある。これに対応する語としては、forge (to make something from a piece of metal by heating the metal and shaping it (LONGMAN)) が適切であろう。

焼入 熱処理の一種であり、鉄鋼を高温度に加熱した後、これを急冷し、硬さを増加させる作業である。英語で対応する語としては、quenching (急冷する) と hardening (硬くする) を合わせた quench-hardening が適当。quench-hardening は、JISの加工記号では「HQ」と記載される*5。

焼入ノ温度ハ普通磁石鋼ノ焼入温度〔約八百度〕ヨリ著シク高く約九百度乃至千度ヲ最モ適當トス	
本現代 語代 訳日	焼入の温度は、通常、磁石鋼の焼入温度の「約800度」より著しく高くし、約900度～1000度とするのが最も適当である。
英 訳 例	The quench-hardening temperature is usually made significantly higher than the quench-hardening temperature of magnet steel, which is “about 800 degrees”, and is most preferably about 900-1000 degrees.

斯ク焼入セル磁石鋼ヲ強大ナル電磁石或ハ「コイル」ニ依リテ強く附磁スルナリ	
本現代 語代 訳日	このように焼入した磁石鋼を強大な電磁石又はコイルによって強く着磁する。
英 訳 例	Such quench-hardened magnet steel is then strongly magnetized with a powerful electromagnet or coil.

着磁（磁化） 文語調の原語では「附磁」と記載されている。磁石材料を成形した段階では、磁石はまだ磁気を帯びていない。この磁気を帯びていない磁石に、磁気を付ける作業を「着磁」と云う。着磁することによって、はじめて磁石が磁気を帯び、鉄にくっつくようになる^{*6}。

英語で「着磁」に対応する語は magnetize であるが、magnetize には、“students are always magnetized by her teaching” のように「人を惹き付ける」という意味もある。

之ヲ附磁シテ得タ磁石ハ従来公知ノ磁石ニ比シ左記ノ二點ニ於テ著シク優越ス	
本現代 語代 訳日	このように着磁して得た磁石は、従来公知の磁石に比べて下記の二点において、著しく優れている。
英 訳 例	The magnet obtained by magnetizing in this manner is significantly superior to conventionally known magnets in the following two features.

(イ) 頑性力 従来公知ノ最モ優良ナル磁石ニ於テハ其ノ頑性力ハ七十五 C、G、S 單位ヲ越エサリシモ本發明ニ於テハ之ヲ二百 C、G、S 單位タラシムルコトヲ得テ従来ノ磁石鋼ニ比シテ磁氣ノ強サノ耐久力ハ甚タ大ナリ	
現代 日本 語訳	(イ) 保磁力 従来公知の最も優良な磁石の保磁力は75CGS 単位を超えることはなかったが、本発明は、200CGS 単位を達成することができた。従って、従来の磁石鋼に比べて磁気の強さは非常に大きい。

英 訳 例	(A) Coercivity: The most superior conventionally known magnets could not exceed a coercivity of 75 Oersted (Oe) , but the present invention achieved 200 Oe . Therefore, the magnetic strength of the present invention is much greater than that of conventional magnet steels.
-------------	--

CGS 単位 CGS 単位系 (centimeter-gram-second system) は、物理量を測定するための一つの単位系である。磁石分野では、磁束密度にガウス (Gauss または G)、保磁力にエルステッド (Oe)、最大エネルギー積にガウスエルステッド (GOe) が用いられている^{*7}。ここでは保磁力について言及しているので、Oersted (Oe) と訳出した。

(ロ) 磁氣ノ強サ 従来公知ノ最モ優良ナル磁石ニ於テモ加年後ノ磁氣ノ強サハ四百五十 C、G、S 單位ヲ超ユルモノ稀ナルモ本發明ノ磁石ニ於テハ頑性力ノ大ナルカ為メ加年後七百 C、G、S 單位ノ磁氣ノ強サヲ有ス	
現代 日本 語訳	(ロ) 磁気の強さ 従来公知の最も優良な磁石においても、長年使用された後の磁気の強さは、450CGS 単位を超えるのは稀であったが、本発明の磁石は保磁力が大きいので、長年使用された後、700CGS 単位の磁気の強さを有する。
英 訳 例	(B) Even the most superior conventional magnets rarely exceed 450 gauss (G) after many years of use. However, the magnet of the present invention has a magnetic strength of 700 G after many years of use due to its high coercivity.

磁場内に存在する磁力の強さを表す物理量は磁束密度なので、この文中の CGS 単位はガウスのことと判断した。

従来鋼鐵ニ「コバルト」ヲ配合シタル合金鋼ノ存在スルハ發明人ノ知ル處ナリト雖モ本發明ノ特徴ハ鋼鐵ニ二十乃至六十「パーセント」ト云ウカ如キ多量ノ「コバルト」ヲ配合シテ始メテ需メ得ラレタルモノニシテ之レ本發明者ノ永キ深キ研究ニ基因シ之レカ為メ磁石應用ノ諸種ノ研究及工業状態ニ一大革新ヲ興フルモノ謂フヘシ	
現代 日本 語訳	従来、鋼鉄にコバルトを配合した合金鋼の存在することは当業者の知るところであるが、本発明の特徴は、鋼鉄に20～60パーセントという多量のコバルトを配合して初めて得られたところにある。これは、本発明者の長年の深き研究に起因し、このため磁石の応用の種々の研究及び工業の状況に一大革新を起こすものと云える。

英訳例	Those skilled in the art are aware of the existence of alloy steels made by blending cobalt with steel. However, the present invention is characterized by the fact that it was obtained only after blending a large amount of cobalt, 20-60%, with steel. This is the result of many years of in-depth research of the present inventor, and it can be said that this alloy will bring about a major innovation in various research and industrial situations of magnet applications.
-----	--

本発明ノ精神ヲ變サセル程度ニ於テ設計的變更ヲ加フルコトアルヘシ	
本現代語訳	本発明の精神を変えない程度において設計の変更を加えることができる。
英訳例	Design changes may be made as long as they do not alter the spirit of the invention.

英文明細書でよく見かける定型文である。直訳せず、Modifications can be made without departing from the spirit and scope of the present inventionとしてもよい。

特許請求ノ範圍	
1 前記目的ヲ以テ鋼鐵ト二十乃至六十「パーセント」ノ「コバルト」トヨリナル特殊合金鋼	
2 前記ノ目的ヲ以テ鋼鐵ト二十乃至六十「パーセント」ノ「コバルト」ト「タングステン」「モリブデン」「バナジウム」又ハ其ノ同族ノ金屬トヨリナル特殊合金鋼	
3 前記ノ目的ヲ以テ鋼鐵ト二十乃至六十「パーセント」ノ「コバルト」ト「タングステン」「モリブデン」「バナジウム」又其ノ同族ノ金屬ト「クロム」トヨリナル特殊合金鋼	
4 前記各項記載ノ特殊合金鋼ヲ附磁シタルモノ	
現代日本語訳	<p>特許請求の範圍</p> <p>【請求項 1】 鋼鉄と、20～60パーセントのコバルトとよりなる特殊合金鋼。</p> <p>【請求項 2】 鋼鉄と、20～60パーセントのコバルトと、タングステン、モリブデン、バナジウム又はその同族の金属とよりなる特殊合金鋼。</p> <p>【請求項 3】 鋼鉄と、20から60パーセントのコバルトと、タングステン、モリブデン、バナジウム、又はその同族の金属と、クロムとよりなる特殊合金鋼。</p> <p>【請求項 4】 前記各項記載の特殊合金鋼を着磁したものの。</p>

英訳例	<p>CLAIMS</p> <p>1. A special alloy steel comprising: steel; and 20-60% cobalt.</p> <p>2. A special alloy steel comprising: steel; 20-60% cobalt; and tungsten, molybdenum, vanadium, or a metal of the same family.</p> <p>3. A special alloy steel comprising: steel, 20-60 percent cobalt; tungsten, molybdenum, vanadium, or a metal of the same family; and chromium.</p> <p>4. A product obtained by magnetizing the special alloy steel according to any one of claims 1-3.</p>
-----	---

よりなる 本件明細書は出願用ではなく、特許掲載公報なので、「よりなる」との記載は、consisting ofとしても問題がないように思える。

しかしながら、冒頭の詳細な説明には、「若干量のタングステン、モリブデン、バナジウム、又はその同族の金属」と記載されており、後続の詳細な説明には、「0.5～20パーセントのタングステン、若しくは0.2～15パーセントのモリブデンを加え、又は更に0.3～10パーセントのクロム」と、さらなる有利な効果をもたらす追加元素に関して、具体的な割合が記載されている。よって請求項1については、「よりなる」と記載されていても、他の追加成分を排除しない形式で記載されているのが、より整合性の取れたクレーム構成となる。また、請求項2及び3についても、合金には「不可避不純物」が含まれることが(現代の)技術常識であることを踏まえれば、原語に「よりなる」と書かれていても、オープンエンド形式で規定しておくのが適切だろう。

したがって、本稿の英訳例においては、comprisingを用いることにした。

タングステン、モリブデン、バナジウム、又はその同族の金属と これらの各要素については、例えばマーカッシュ形式の at least one selected from the group consisting of を用いて、より広い形で表現することも検討したが、上述のように、タングステンについては「0.5～20パーセント」、モリブデンについては、「0.2～15パーセント」という割合が個別に規定されていることから、原語通り択一的に訳しておくのが無難と考えた。

4. さいごに

この発明による合金は、KS鋼と名付けられたが、これは、本多光太郎らが所属する東北帝国大学臨時理化学研究所に多額の研究費を寄付した住友吉左衛門のイニシャルにちなんで付けられた。住友グループが非鉄金属に強いのは、このあたりに源流があるのかもしれない。

KS鋼の価格は、従来の磁石鋼の20倍にも及び、残念ながら当時の日本の産業界の状況に合わなかった。しかし、ドイツのジーメンス・ハルスケ社やアメリカのウェスティングハウスがすぐに着目し、電話や計器、航空機用部品などで実用化された。

本多光太郎は、取得した特許権を住友に売り払い、研究を続けた。1932年に元素の組成を組み替えてより強力な新KS鋼を開発し、同年のノーベル物理学賞候補にもなった。本多光太郎のKS鋼以後、日本では磁石の研究が多く実を結び、MK鋼やネオジム磁石などの強力な磁石が開発されることとなった*⁸。本多光太郎は、「産業は学問の道場である」との名言も遺している。

今回は、MK磁石鋼を発明した三島徳七の特許明細書を取り上げる。

<参考資料・文献>

- * 1 株式会社マグエバー, 磁石の歴史
<https://magever.net/magnet-history/>
- * 2 吉岡安之, マグネットワールド, pp.17, 日刊工業新聞社
- * 3 愛知県岡崎市公式観光サイト, 本多光太郎資料館
<https://okazaki-kanko.jp/feature/higashi-park/hondakotaro-museum>
- * 4 山崎正勝, 仁科芳雄 / 本多光太郎 基礎科学体系化する, pp.137, ほるぷ出版
- * 5 KEYENCE, ゼロから学ぶ熱処理の基本
<https://www.keyence.co.jp/ss/products/recorder/heat/basics/type.jsp>
- * 6 株式会社アイエムエス, 着磁とは
<https://ims-jp.com/column/01/>
- * 7 令和特殊鋼株式会社, CGS 単位系
<https://www.reiwa-ss.co.jp/glossary/sa/word468.html>
- * 8 現代メディア, 日本で生まれた世界初にして世界最強だった永久磁石「KS鋼」をご存じか?
<https://gendai.media/articles/-/79591>

小山特許事務所, 本多光太郎のKS鋼特許
https://www.koyamapat.jp/2019/10/20/honda_patent_32234/