



NIPPON STEEL

季刊 ニッポンスチール

Quarterly magazine

磁性



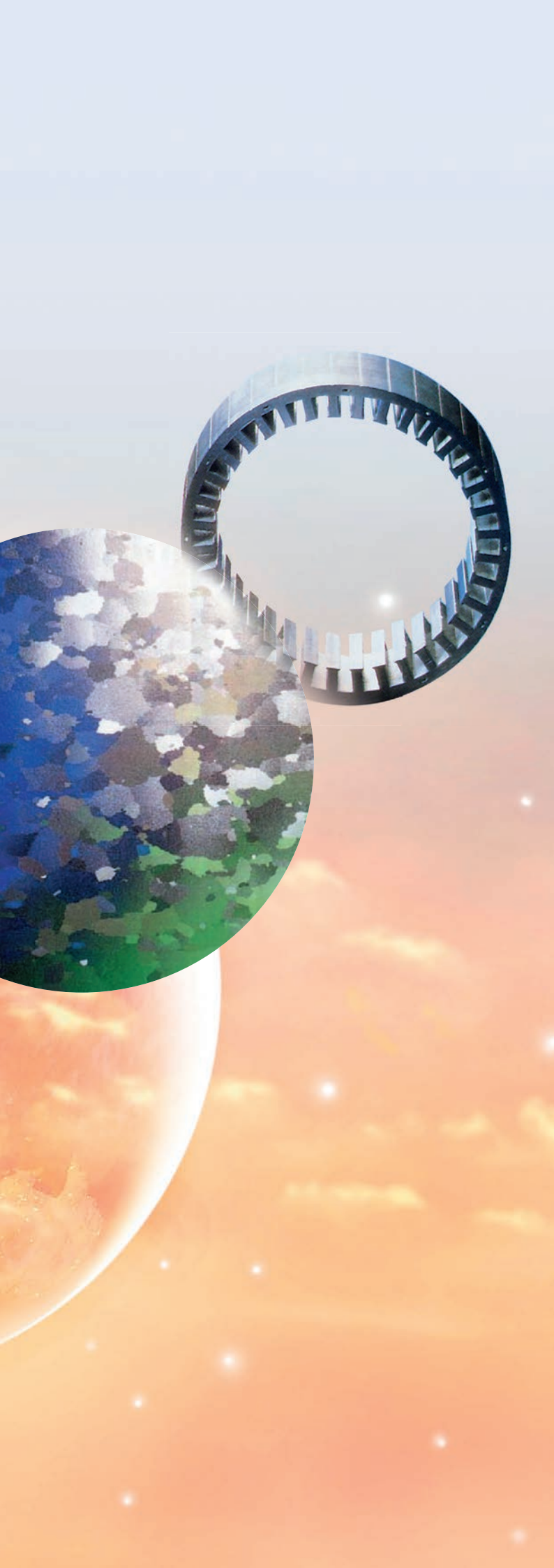
04

Vol.



日本製鉄株式会社

特集 磁性

- 
- 4 Science History
暮らしを豊かにする磁気之力
監修 竹澤 昌晃 氏 (九州工業大学大学院 工学研究院 教授)
- 10 Electric Story
**電気の旅をたどる
エネルギーロスを減らし、
効率良く送電する**
- 14 24 Hours of Le Mans
**ハイブリッド車で
タフなレースを戦う**
中嶋 一貴 氏 (レーシングドライバー)
- 16 Advanced Technology
**省エネ・CO₂削減に貢献する
エコプロダクツ[®]
日本製鉄の電磁鋼板**
- 22 Focus
エコプロ2019に出展
- 24 特別企画 会長対談
**厳しさと仲間への信頼が
チームや組織を強くする**
森 重隆 氏 (日本ラグビーフットボール協会 会長)
進藤 孝生 (日本製鉄(株)代表取締役会長)
- 32 Photo Essay 製鉄所の風景
電磁鋼板は“魔法のシート”
- 34 News Clip
日本製鉄グループの動き

日本製鉄株式会社 広報誌 季刊 ニッポンスチール

Vol.04 2020年3月16日発行

〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号

TEL.03-6867-4111 <https://www.nipponsteel.com/>

編集発行人 総務部 広報センター所長 大西 史哲

企画・編集・デザイン・印刷 株式会社 日活アド・エイジェンシー

●本誌掲載の写真および図版・記事の無断転載を禁じます。
●ご意見・ご感想をぜひ綴じ込みはがきでお寄せください。

電気があるところには磁界が生まれます。コイルに電流を流すと、磁力が働く空間(磁界)が生まれ、鉄を近づけると鉄は磁石になる(磁化する)性質を持っています。鉄は、建築物や橋梁、自動車などに使用される構造材料でありながら、磁化しやすい性質を併せ持つ機能材料でもあるのです。この磁性という鉄の特徴を最大限に引き出し、日本製鉄はエネルギーロスの少ない電磁鋼板を開発・供給しています。電気をつくるための発電機、電気を家庭や工場に送るための変圧器、エアコンや冷蔵庫、ハイブリッド車や電気自動車などを動かすためのモーターの鉄心として広く使われています。電気のあるところに電磁鋼板あり。これからも日本製鉄は、電磁鋼板の開発・供給を通して省エネルギー・CO₂削減に貢献し、持続可能な社会を支えていきます。

磁性





司南(古代中国の羅針盤の原型)

方位盤の上にひしゃくの形に加工した磁石を載せると、柄の先端が南を指すので、^{しなん}司南と呼ばれました。司南は中国語で指南とも書き、指針やよりどころ、ガイド(導くこと)を意味します。日本語でも指南は指導するという意味で使われています。

暮らしを豊かにする 磁気之力

● 監修 九州工業大学大学院 工学研究院 教授 竹澤 昌晃氏

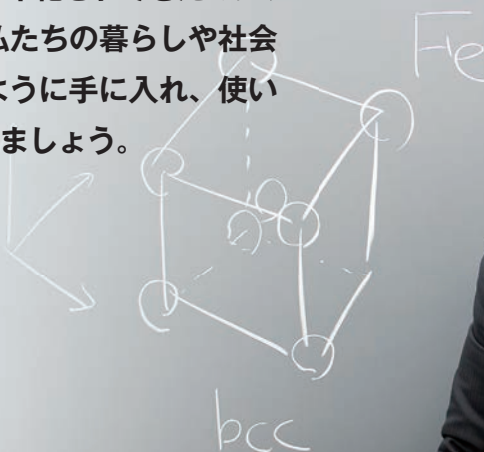
家電製品や電子機器がどんどん軽量化され、省エネ化されてきたのは、実は鉄が持つ磁気的特性のおかげなのです。私たちの暮らしや社会を快適で豊かにする磁気之力を、人類はどのように手に入れ、使いこなしてきたのでしょうか。その歩みを見てみましょう。



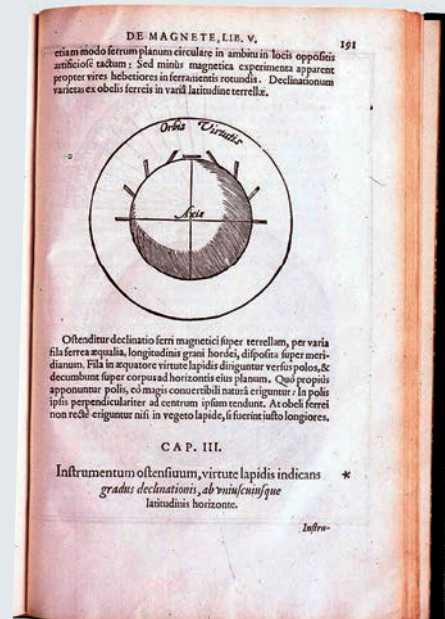
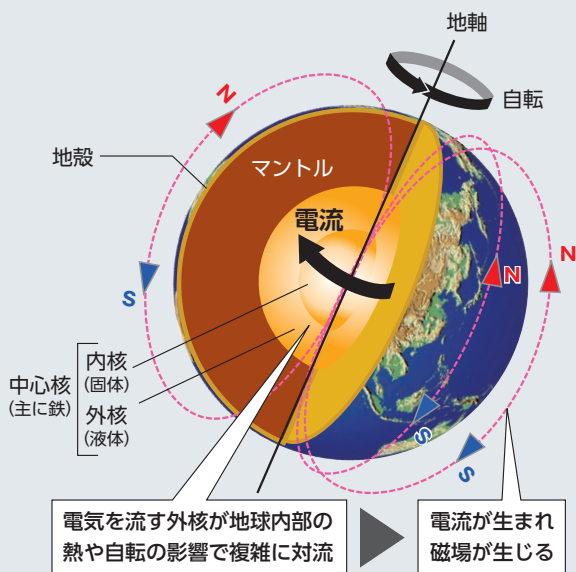
マグネタイト(磁鉄鉱)

磁石になった天然の石は、落雷などの影響で着磁[※]し、磁鉄鉱(鉄鉱石)が磁化されたものです。自然に磁石となる磁鉄鉱は、自然環境や地域条件が限られた地域(アメリカのユタ州など)で見つかります。

※ 着磁: 磁気を帯びていない鉱物に、磁気をつけること。



地球そのものが大きな磁石



金沢工業大学ライブラリーセンター 所蔵

地球に磁場が生じるメカニズム

地下約2,900キロメートルにある外核は鉄が主成分となっており、巨大な圧力と高温のため溶解状態にあります。地球の磁場は、この導電性の高い鉄の流体運動によって生じる電流により発生するものと考えられています。電流が起きると磁界ができ、その磁界の影響でさらに電気が流れ、地球内部はまるで電磁石のようになり、地球全体に磁場を生んでいたのです。今も地磁気と呼ばれる磁場が地球を覆っています。磁気圏は大気圏のさらに外側を覆っているため、太陽からの有害な太陽風や宇宙線が地上に降り注がないように、地球の生物や自然を守ってくれています。

『磁石及び磁性体ならびに大磁石としての地球の生理学 (磁石論)』ウィリアム・ギルバート(1600年)

のちにイギリスの女王エリザベス1世の侍医となったウィリアム・ギルバートは、天然磁石の磁気について、20年にわたって研究を続けました。磁石と磁気に関して、すでに知られている事実と一般に言われていたすべての事柄を集め、その一つ一つを実験によって確かめ、地球自体が1つの大きな磁石であることを証明しました。

神秘的な現象を科学で説明する

鉄を引き寄せる石(磁石)は、太古から知られていました。誰が発見したのかはわかりませんが、マグネットという言葉は、磁鉄鉱(鉄鉱石)を産出した古代ギリシャのマグネシア地方に由来すると言われています。人類が初めて出会った磁性体でした。木片などを間に置いても、離れた鉄を引き寄せるのはどうしても、なぜ鉄だけなのか。古代ギリシャの哲学者タレスは「磁石は鉄を動かすゆえに靈魂を持つ」と答えました。太古の人々にとって、磁気の力は神秘的な現象でした。

古代中国でも磁石はすでに知られていました。鉄が石に引き寄せられる様子に、親の慈愛を感じたのでしょうか。「磁」には「慈」の字があてられていました。そして3000年以上も前に、磁針が南北を指すという性質が日常的に使われていたようです。中国では古くから正しい方角がとても重視されていました。紀元前3世紀ごろ、天然磁石をひしゃくの形に加工して、司南と呼ばれる羅針盤の原型がつくられました。方位盤の中央に置くと常に柄の方が南を指すというもので、風水にも利用されました。司南で正確な方向を示すことはできま

せんでしたが、方位磁針の改良によってのちに羅針盤が発明されました。

羅針盤は北宋時代(960-1127年)になると航海に使われ、13世紀ごろにはヨーロッパでも広く普及しました。羅針盤の利用によって航海術が発達し、15世紀に大航海時代が到来しました。大航海時代の冒険者たちによって、大西洋、インド洋、太平洋を結ぶ新たな航路が開拓され、グローバルな交易が始まりました。

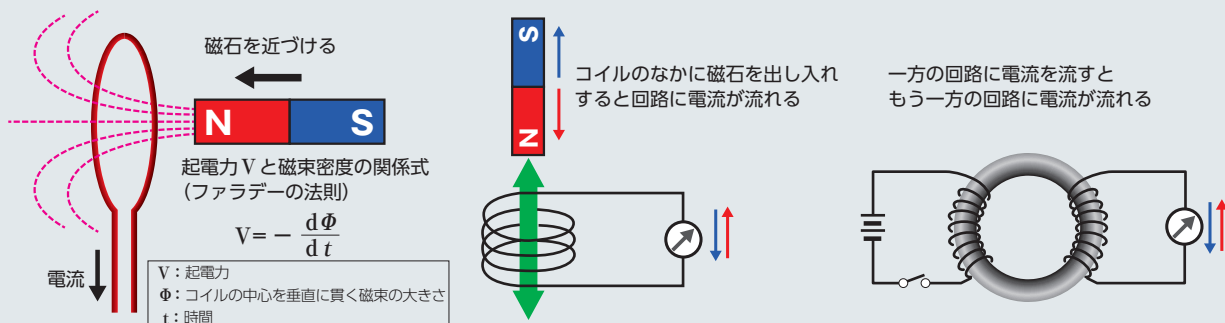
それにしても、なぜ羅針盤の磁針は北を指すのでしょうか。その不思議な性質に対して、近代的な科学の光を当てたのは、イギリスのウィリアム・ギルバートでした。ギルバートは1600年に出版した著書『磁石及び磁性体ならびに大磁石としての地球の生理学(磁石論)』で、地球そのものが巨大な磁石であるからだということを、実験を通して合理的に説明しました。また磁石と同じように物を引き寄せる現象として、静電気の研究にも取り組んでいました。琥珀だけが静電気を持つという考え方に疑問を持ち、さまざまな物を毛皮との摩擦によって帯電させ、引き合う力を持つようになることを確かめました。こうしたギルバートの実験やその結果は、のちに続くガリレオ・ガリレイやアイザック・ニュートンらの近代科学の研究に大きな影響を及ぼしました。



ファラデーのクリスマス・レクチャー (1856年ごろ)

電磁気学の父として知られるマイケル・ファラデーは、教育の普及を目的として英国王立研究所で少年少女向けにクリスマス・レクチャーを始めました。第二次世界大戦中の4年間を除いて、1825年から今でもイギリスで毎年開催されており、歴史的な科学実験講座となっています。日本では1990年から前年の講演者を招き、「英国科学実験講座」として開催されています。

磁気から電気を生み出す



ファラデーの電磁誘導の法則

鉄心に2つのコイルを巻き、片方に電気を流したり切ったりすると、もう片方のコイルの電流計の針が振れます(右端図)。これは変圧器の原理です。空心の円筒形コイルに棒磁石を出し入れすると、そのたびに電流計の針が振れます(中央図)。このような実験と観察によって、外部からの力によって磁界を変化させたとき、コイルに発生する起電力(電圧)は磁束の変化率に比例することを突き止めました(左端図)。

磁気と電気が 暮らしや社会に 深く結びつく

磁気は羅針盤を除いて実用的に役立つことはありませんでした。しかし19世紀に入ると、人々の暮らしや社会に深く結びつくようになりました。それは1820年、デンマークの物理・化学者ハンス・クリスティアン・エルステッドが、電池のスイッチを入れたり切ったりすると、そばに置いた方位磁針の指す方向が変わることに気付く、電流が磁場を形成すること(電流の磁気作用)を発見したことがきっかけとなりました。

そしてエルステッドが発表した電流の磁気作用についての論文を読んだイギリスの物理学者マイケル・ファラデーは、電気と磁気によって動力が得られるのではないかと考えました。それを証明するため、1821年に電磁回転装置をつくりました。電流によって生じた磁場と、磁石の磁場が反発することで、針金と磁石が回るといふものです。これによって、電気エネルギーを磁気エネルギーを介して運動(機械)エネルギーに変換する電動機(モーター)の原理を考案しました。

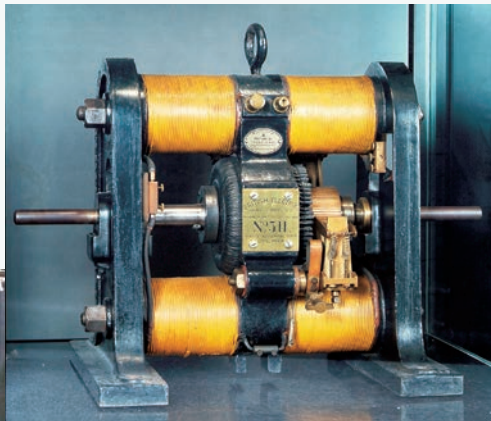
さらにファラデーは、電気を流すことで磁気を発生させられるのなら、磁

電気科学の始まり



電気の史料館 提供 / 原資料ドイツ博物館 所蔵

テスラの二相交流モーター(複製)



電気の史料館 提供 / ヘンリー・フォード博物館 所蔵

グラムの発電機

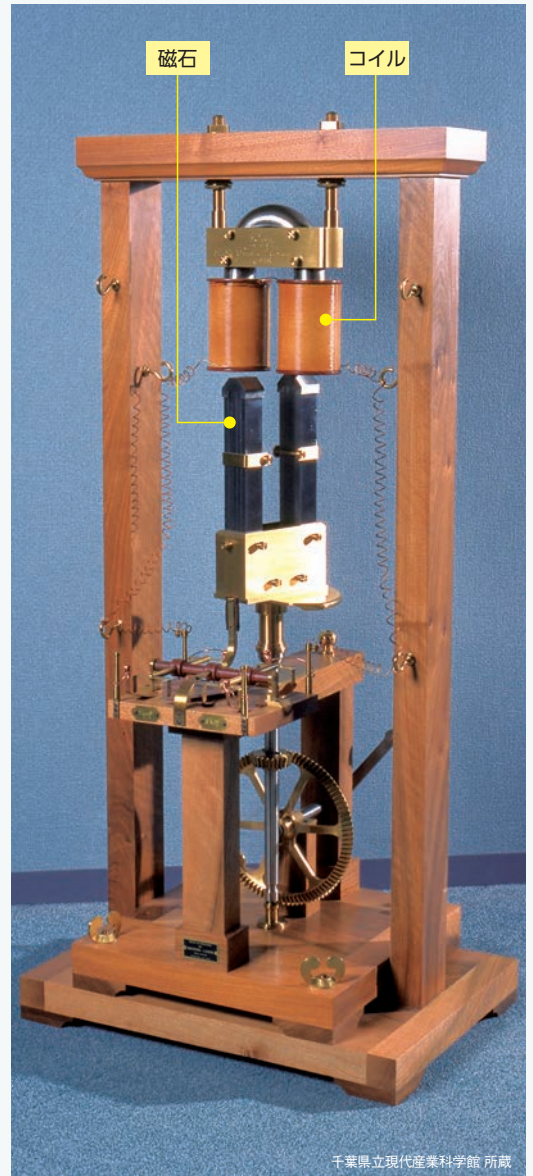
グラムの発電機はモーターの機能を併せ持つ直流電流の装置です。モーター回転時に火花を発しているのを目にしたクロアチア(旧オーストリア帝国)出身の発明家ニコラ・テスラは、エネルギーの損失が起こっていることを見抜き、1887年に最初の実用的な二相交流モーターを完成。これをもとに交流電流による発電・送電のアイデアを発展させていきました。



電気の史料館 提供 / 原資料ドイツ博物館 所蔵

ガンツ社の変圧器(複製)

交流電力の送電や配電に不可欠な変圧器の基本形を確立したガンツ社は、1885年ブダペストで開催されたハンガリー博覧会で実用変圧器が世界初採用され、注目を集めました。また特許出願し、そのなかで初めてtransform(変圧する)という用語を使用しました。



千葉県立現代産業科学館 所蔵

ピクシーの発電機(複製)

回転するU字型磁石の磁極と向かい合わせに、コイルを巻いた鉄心が配置されています。コイルに向かって磁石を出し入れすると、コイルに起電力が発生して誘導電流が流れます。このとき出し入れするスピードが速くなるほど高い起電力が得られます。

気を発生させることで電気を生むことができるのではないかと考えました。当時の電気は電池だけでした。磁気によって機械動力で必要なだけ電気を起こすことは、画期的な発想でした。この考え方が正しいことを実験で明らかにし、電磁誘導の法則を1831年に発見しました。

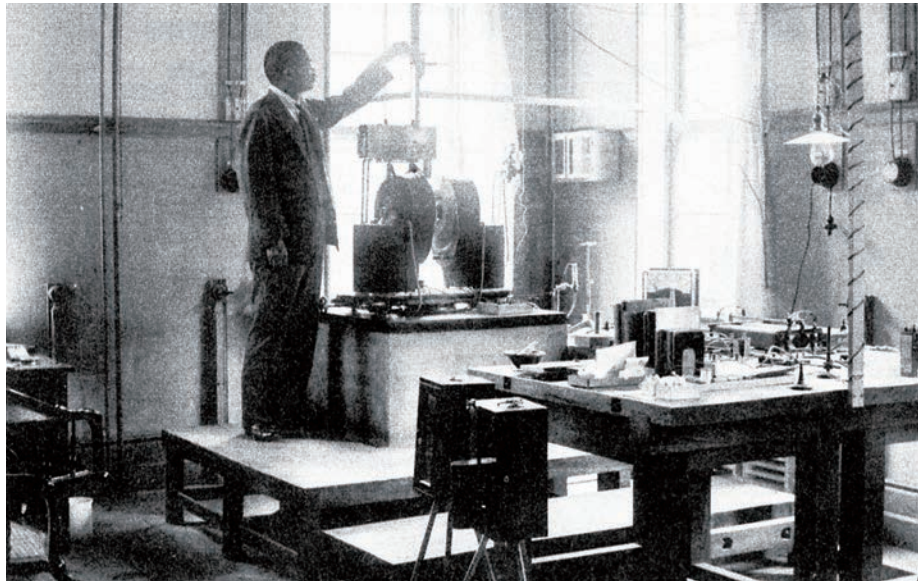
このファラデーの電磁誘導の法則を用いて、フランスの技術者ヒポライト・ピクシーは、1832年に手回し式発電機(ダイナモ)を発明しました。その後、ドイツの工学者・実業家ヴェルナー・フォン・ジーメンス、ベルギーの技術者ゼノブ・テオフィル・グラムが商業的な発電機を続々と製作しました。そして、オーストリアのウィーン万国博覧会で事件が起こりました。出品されていたグラムの発電機数台の配線を誤り、発電中の発電機から休止中の発電機に接続したところ、突然逆に回転し始めました。それまで電力をつくるために使っていた発電機が、実はモーターとして使えることが偶然わかったのです。

磁気と電気の深い関係がわかるようになると、発電機やモーターをはじめ、さまざまな機械・装置に磁気エネルギーが利用されるようになりました。蒸気から電気への動力の変革が第二次産業革命をもたらしました。

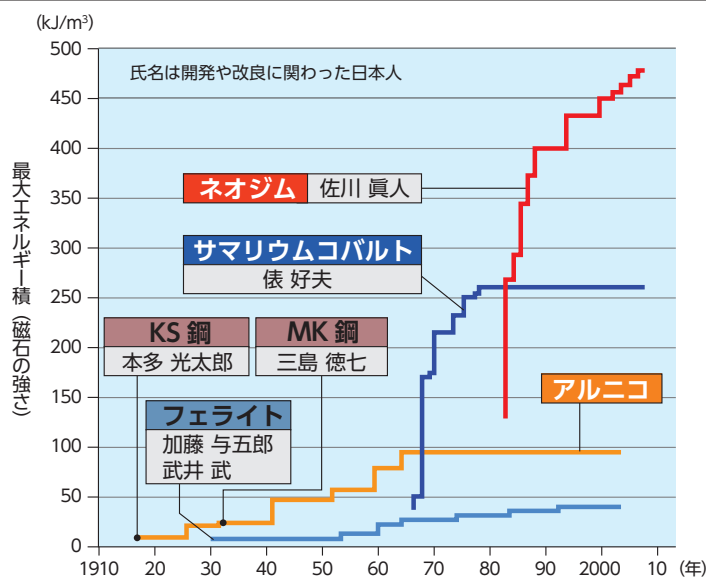
イノベーションを加速させる

東北帝国大学・本多光太郎教授研究室 (1913(大正2)年ごろ)

本多光太郎は日本の材料科学の先駆者で、磁気物理、金属物理、磁性材料、鉄鋼材料など、基礎から応用にわたる広範囲な分野で大きな足跡を残しました。日本の十大発明家の1人で、当時世界最強の磁石となったKS鋼を1917(大正6)年に発明しました。



東北大学史料館 所蔵



永久磁石開発の歴史

大正時代につくられたKS鋼から、現在世界最強の磁力を持つネオジム磁石に至るまで、日本の研究が世界をリードしています。



官営八幡製鉄所の熱延珪素鋼板工場

1900年にイギリスの冶金学者ロバート・ハドフィールドによって、鉄心用薄鋼板にケイ素(シリコン)を加えることで、鉄損(エネルギーロス)が非常に小さくなることが発見されました。熱延珪素鋼板(現在の電磁鋼板)は、1903年にアメリカとドイツで生産が始まり、日本では1924(大正13)年に官営八幡製鉄所でドイツ人技師ワルター・ルウォウスキーの指導のもと国産化されました。

世界を変える磁性材料

磁性の歴史は古くて新しいといえます。

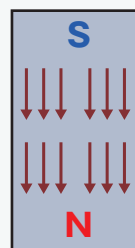
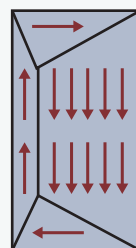
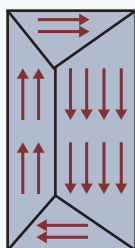
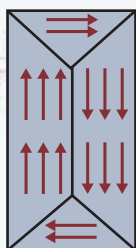
なぜ鉄が磁石になったり、ならなかったりするの。現代では物質中の多数の電子のスピンの同じ方向を向いてそろったものが磁石(強磁性体)であることが知られていますが、電子のスピンのそろう理由は簡単に説明できませんでした。その磁性の起源を説明できるようになったのは、20世紀に入ってからのことでした。1920年代に新しい物理学である量子力学が確立されると、ドイツの理論物理学者ヴェルナー・カール・ハイゼンベルクが1928年に強磁性の本質を明らかにしました。強磁性の起源が電子間の相互作用にあることがわかった、それ以降、量子力学の立場から諸問題が次々と解決されていきました。なおハイゼンベルクは、量子力学の確立に大きく寄与した功績によって、1932年に31歳の若さでノーベル物理学賞を受賞しました。

同じ時代、日本の磁性研究が一躍世界をリードする存在となりました。東北帝国大学の本多光太郎によって、1917(大正6)年に世界初の人工磁石KS鋼がつくられました。従来の磁石の3倍の磁力を持つ画期的な発明でした。その本多に師事した茅誠司が、1926(昭和元)年に東北帝国大学金属材料研究所で行った強磁性単結晶の研究で、鉄の結晶方位には一番磁化しやすい方向(磁化容易方

そもそも鉄はなぜ磁石になるのか



外部磁界がないときの鉄の磁区構造

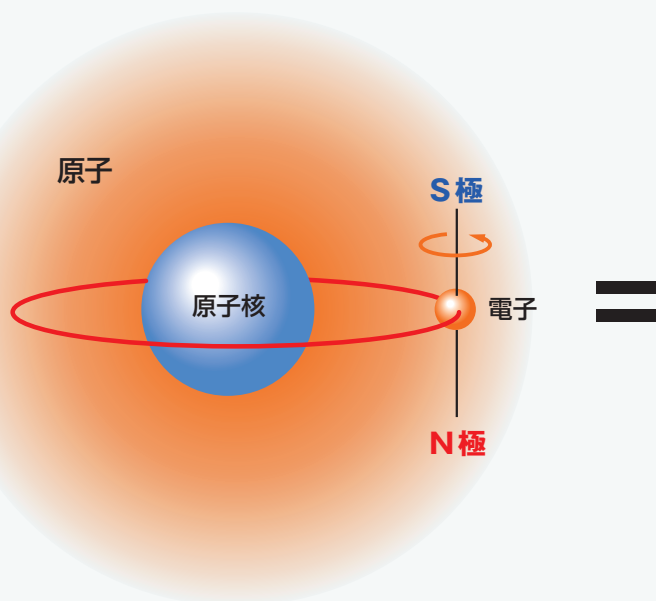


磁化された鉄が磁石となって吸着しあう

外部磁界が加わると、磁界の方向に応じて、磁壁移動が起こり、ある磁区の領域が優勢となる

鉄が磁化するメカニズム

鉄などの強磁性体は、一つ一つが小さな磁石(原子磁石)の集まりであるといえます。ふだん原子磁石は、ばらばらの方向を向いているため、磁石の性質を持ちません。しかし外部から強い力(磁界)を受けると、原子磁石が同じ方向にそろうため、鉄は磁石の性質を持つようになります。



磁力発生メカニズム

鉄などの強磁性体の原子を見ると、他の物質の原子に比べ、電子は原子核の周辺を回るだけでなく、自転(スピン)しているため、磁力が発生します。すべての物質に原子磁石はあるのですが、特に鉄などの強磁性体は、地球の自転に相当する電子のスピンからの磁力の割合が大きいという特徴を持っているため、鉄の原子磁石が同じ方向にそろうと、大きな磁力が働き、磁石の性質を持つのです。



向)があることを論じました。これを受け、1934年にはアメリカのノーマン・ゴスが冷間圧延と焼鈍(熱処理)の組み合わせにより鋼板の圧延方向に優れた磁気特性が出ることを発見し、変圧器に適した無方向性電磁鋼板と、モーターに適した無方向性電磁鋼板がつくり分けられるようになりました。

技術革新を支える磁性研究は日本でも進みました。1930(昭和5)年にフェライト磁石、1931(昭和6)年にMK鋼(アルニコ磁石)が相次いで発明され、KS鋼よりも大きな磁力を持つ永久磁石が開発されました。1960年代からは希土類元素(レアアース)を加えることで、磁力を向上させる試みが行われます。1967(昭和42)年にサマリウムコバルト磁石を開発した俵万智夫は、今では歌人の俵万智さんの父親として知られています。そして現在世界最強の座に君臨するネオジム磁石が、1983(昭和58)年に開発されました。このような時代の流れを俵万智さんはひとときは「世界で一番強かった」父の磁石が「うずくまる棚」と詠みました。

磁性材料はハードディスクやパソコン、携帯電話、家電製品などの小型化に大きく貢献し、ハイブリッド車をはじめとする日本の誇るハイテク製品に欠かせない存在となっています。これからも持続可能な社会の実現に向け、磁気特性に優れた鉄の可能性をさらに引き出す研究開発は続いています。

電気の旅をたどる

エネルギーロスを減らし、 効率良く送電する

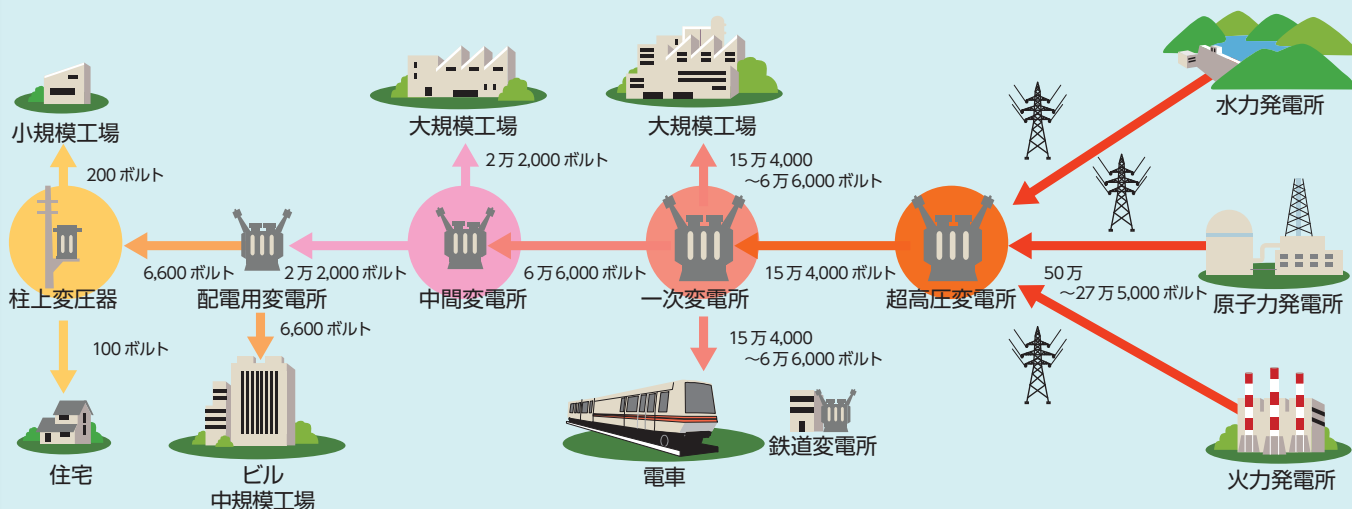
私たちの暮らしに欠かせない電気は、どのような経路で
発電所から各家庭に届けられているのでしょうか。
電気を安定して供給するための送電システムについて、
電気事業連合会に取材しました。

写真提供：東京電力ホールディングス

変電所で電圧を下げ 工場やビル、住宅へ

電気は発電所でつくられます。主な発電所には水力発電所、火力発電所、原子力発電所があり、経済産業省資源エネルギー庁のデータによると、2018年度の発電電力量合計は1兆1706億kWhにのぼります。このうち電気事業者の発電電力量は8922億kWhで、水力(揚水式含む)が850億kWh(9.5%)、火力が7262億kWh(81.4%)、原子力が621億kWh(7.0%)を占めています。都道府県別では千葉県が最も多く、次いで神奈川県、愛知県の順です。これに対して需要電力量合計は8962億kWhで、都道府県別では東京都が最も多く、次いで愛知県、大阪府の順となっています。

では、発電所でつくられた電気がどのような経路で需要地へ届けられるのかを東京電力ホールディングスの例で見ましょう。各発電所でつくられた電気は、27万5000～50万ボルトの超高電圧に変電され、超高圧変電所で15万4000ボルトに下げられます。その後、一次変電所で6万6000ボルトにまで下げられ、一部が鉄道会社や大規模工場に送られて各企業内の変電設備で必要な電圧に落とされます。残りは中間変電所に送られて、2万2000ボルトに変電されます。この段階でも大規模工場や大規模ビルに電気が供給されます。さらに配電用変電所で



電気の流れ

- 発電所** 発電所内の変圧器で27万5,000～50万ボルトに昇圧し、送電線で超高圧変電所へ送っています。
電気事業者10社による発電所数は1,425カ所にのぼります。
- 送電線** 発電所でつくられた電力を一次変電所や中間変電所などへ輸送します。
2017年度における送電線の長さは電気事業者10社で架空線8万7,776キロメートル、地中線2万7,150キロメートルに達しています。
- 変電所** 発電所から送られてきた電力の電圧を、消費地に近づくにつれて落としていき、最終的には柱上変圧器で100～200ボルトまで下げて届けています。

低損失型の変圧器を導入する

6600ボルトに変電された電気は、ビルや中規模工場に直接配電されたり、電柱の上にある柱上変圧器で100ボルトまたは200ボルトに変電されて、引込線から各家庭へと届けられます。

「消費する電力によって、どれくらいの電圧が最適になるのかも変わってきます。変電所から電気が伝わる経路は網の目状にして、どのお客様にもくまなく配電できるようなシステムを整えています」(大場副長)

発電された電気が家庭に届くまでに徐々に電圧を下げるのは、発熱による電気の送配電損失(ロス)を最小限に抑えるためです。ロスが少なくなれば、長距離の区間を効率的に送電することができます。

送配電損失が起きる原因の1つとしては電気抵抗があります。電気を通しやすい銅やアルミニウムの電線にも電気抵抗があるため、電気が通ることによって熱が生じ、エネルギーの損失となります。しかも発電所と各需要地までには距離があるため、電気を遠隔地に送ろうとすると、たくさんの電気が無駄に消費されてしまいます。

経済産業省資源エネルギー庁によると、2015年度における電気事業者10社の平均送配電損失率は4・7%。関西電力においては、1951年度に30・8%あったロスが4・5%にまで減少しています。

「その理由は、送電線に用いられる素材が良くなったこともありすが、電圧を上げたことが大きいと考えられます。大規模に電気を送る際には電圧を高くすればするほど、抵抗による損失が少なくなることから、高電圧化するように取り組んできました。さらなる高電圧化は電力需要が増えない限り難しいので、今後は低損失型の変圧器を導入するなどの取り組みにより、送配電損失対策を行っていくことになると思います」(桃原副長)

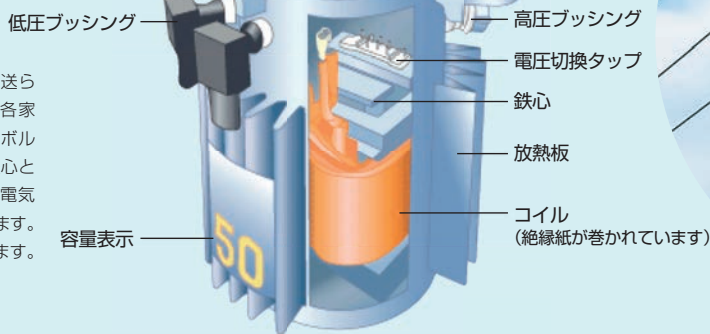


電気事業連合会 工務部
桃原 千尋 副長

電気事業連合会 工務部
大場 良輔 副長

柱上変圧器の構造

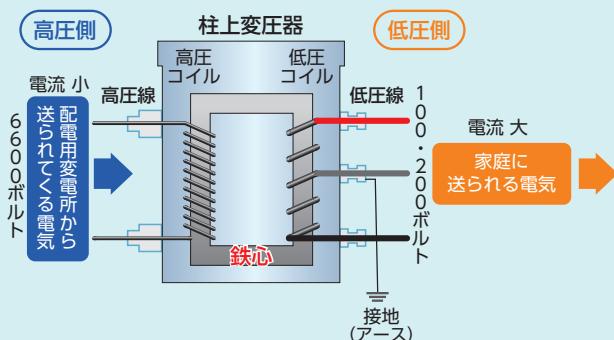
柱上変圧器は、配電用変電所から送られてくる6,600ボルトの電気を各家庭で使用する100ボルト・200ボルトに変える装置です。内部には鉄心とコイルが入っていて絶縁のため(電気を通さないよう)に油で浸されています。鉄心には電磁鋼板が用いられています。



写真提供：東京電力ホールディングス

柱上変圧器のしくみ

柱上変圧器のなかには、導線がたくさん巻いてある高圧コイルと、それより少ない巻き数の低圧コイルがあります。この2つのコイルの電磁誘導を利用して電圧を変えています。



電気事業連合会 工務部
長田 大輔 副長

「送配電損失は電線の太さによっても異なります。太い方がロス自体は少なくなりますが、太くし過ぎると送電線として架設できないことになります。電線は水道管のように流せる電流の量が決まっています。電流の2乗に比例して熱に代わるエネルギーが増えてしまうので、同じエネルギーを送る場合、電圧を高くすれば電流が小さくなり損失が減少するので効率が良いのです」(長田副長)

変電所で電圧を変換する変圧器の鉄心材料には電磁鋼板が用いられています。さまざまな送配電損失対策のなかで、電磁鋼板はどのように貢献しているのでしょうか。

「送配電損失(送電ロス)には、電流に依存するものだけでなく、電圧をかけるだけで逃げてしまうものがあります。変圧器の鉄心の損失は、負荷の大きさに関係なく印加※1時に発生するため、無負荷損と称されています。電力会社は環境負荷低減の観点から効率や損失を規定し、その条件を満たす電磁鋼板を変圧器メーカーが選択するため、おのずと高グレードな電磁鋼板が用いられています。変圧器の無負荷損失を高度経済成長時代と現行で比較すると、およそ40%向上しており、CO₂削減に大きく寄与しています」(長田副長)

北海道から九州まで すべて送電線でつながっている

電気は24時間365日、休むことなく送り続けられています。その速度は光の速さと同じで、発電所でつくられた電気は一瞬にして各家庭へと届けられます。

「電気は大量に貯めておくことができないので、安定供給のためには需要と供給を常に一致させる必要があります。我々はそのことを同時同量と呼んでいます。北海道から九州までの電力システムはすべて送電線でつながっており、50ヘルツ(東日本)と60ヘルツ(西日本)の周波数で管理されています。

電気事業法に定める認可法人である電力広域的運営推進機関が全国の各エリアの需給状況や電気の流れを監視し、足りない地域に融通する取り組みを行っています。電力会社の垣根を越えて電力を融通できることは、良質な電気の安定供給という電気事業の使命に大きく役立っています」(桃原副長)

電力会社は万が一の機器の故障による停電を未然に防ぐため、巡回パトロールや送配電ルートの多重化などを実施しています。また電力供給にかかわる制御システムで万が一故障が発生した場合でも、電力システムの監視などに極力影響を及ぼさないよう、必要な対策を講じています。

「電圧や周波数の変動が少ない高品質な電気を維持するために、刻々と変わる電力需要に合わせて24時間体制で各発電所の出力調整を行っています。さらに落雷や何か

※1 印加：回路または装置に電圧をかけること



の事故で送電線が寸断してしまった時は、遮断器(スイッチ)がそれを検知して切り替えを行い、瞬時に他の送電線から電気が送られる仕組みになっています。これらの操作は遠隔地からでも可能なため、通常は変電所に人が入ることなく対応できます。しかし、どうしても人が見に行かなければいけない場合もあるので、カメラやセンサーなどデジタル技術を使った効率化に取り組んでいるところです」(大場副長)

しっかりメンテナンスして 経年劣化を防ぐ

近年の自然災害の頻発に伴い電力の安定供給の重要性がクローズアップされています。天災などのために太陽光発電システムを導入する家庭が増えてくると、従来のような送電網に影響を及ぼすことが考えられます。

「通常、発電所でつくられた電気が高い電圧から徐々に下がっていくのですが、一般家庭でつくられる電力が増え、家庭での余剰が増えてくると、電圧が逆に上がっていくケースも発生します。これまで、電力設備は電圧が下降していくことを前提に構築していましたが、今後は上昇することも考慮した設備対策が必要になってきます」(長田副長)

「家庭用の電圧は法律で決められている範囲があり、101±6ボルト、202±20ボルトの範囲に維持しなければなりません。

今までは発電所から流した電圧は下がっていく一方ですので、管理が簡単にできましたが、自家発電が増えた場合は電圧が上がる可能性があります。それをどうやって決めた範囲に収めるかが新たな課題のひとつです。すでに取り組みは始まっていますが、再生可能エネルギーの普及に合わせてさらに改善していく必要があるでしょう」(大場副長)

さらに、高度経済成長期の電気需要の伸びに合わせて大量の電力流通設備を建設してきた電力会社は、設備の高経年化※という問題を抱えています。具体的には、鉄塔部材や電柱内部の発錆、変圧器からの漏油などが懸念されています。特に海沿いの地域や島では塩分付着によりさびが進みやすいため、メンテナンスの際にしっかりと洗浄して塗装を行っています。変圧器の絶縁油に関しては機械で抽出して劣化を分析しています。

「設備の物量が多いだけに、今後メンテナンスが集中してくることが目に見えているので、どのような対応をしていくのか考えていくことは電力会社10社に共通していると思います。ただ年間にできるメンテナンスの数は決まっているので、優先順位を決めて対応しながらできるだけ延命化するなどの対策が必要です」(長田副長)

今後大量の設備が高経年化し、メンテナンス費用や改修費用の増加が懸念されますが、費用増加をできる限り抑制できるよう、

高経年化対策は計画的かつ効率的に取り組まれています。

最後に今後の抱負と鉄鋼メーカーに対する期待を伺いました。

「電力をしっかりと安定的に送ることが我々の使命だと思っていますので、安定供給を果たしつつコストや効率化などの課題に取り組んでいきたいと思っています」(長田副長)

「今後の抱負の1つ目はこれからも安定的に電力を送ること。2つ目はそれを効率的に行うこと。3つ目は設備を更新して事故のないようにしていくことです。設備を変える時にはどうしてもお金がかかってしまいますが、少しでも効率良く行うことができれば電気料金を安くすることができます。そのとき設備材料のひとつである電磁鋼板が大きな役割を担うものと期待しています」(大場副長)

「IoTやAIなどの技術を活用すれば、より効率的で安心なシステムができると思います。それがひいては災害時の対策を円滑にしたり、停電を少なくして電力を安定供給できることにつながるものと考えています。また、送配電損失の改善は、エネルギー資源の節約と地球温暖化防止にも寄与することから非常に重要です。電磁鋼板の素材を製造する鉄鋼メーカーにおいては、良質な製品を今後も継続的に製造・供給いただく、電力の安定供給や送配電損失削減のためにご尽力いただければと思います」(桃原副長)

※2 高経年化：発電所で長期間の運転により、機器や構造物に性能・材質の劣化や変化が現れること

皆さんがよく知っているF1が短距離走だとすれば、僕が今参戦しているWEC（FIA世界耐久選手権）は長距離走と言えるでしょうね。時間や距離はレースによってさまざまですが、その最高峰にあるのがフランスで開催されるル・マン24時間レースです。2018年、19年と2連覇できたことは、自分のキャリアのなかでも本当にうれしい瞬間でした。

僕は2012年からトヨタチームに所属していますが、実は自分が参戦するまでル・マンのレースを実際に見たことがなかったんです。F1でも世界中のレースを転戦しましたが、本当にル・マンは



ハイブリッド車で タフなレースを戦う

レーシングドライバー 中嶋 一貴氏

Hours of Le Mans



特別です。25万人が集まる規模感や高揚感、現場に行くまで想像がつかなかった。会場はお祭り騒ぎで、セレモニーがすごい。正直、初めて出場したときは浮き足だつてしまつて(笑)。でも、だからこそ、このレースで絶対に勝ちたいという思いも強くなりましたね。

トヨタチームではハイブリッド車でずっと参戦しているのですが、やっぱり最初に乗ったときは衝撃的でした。エンジンにモーターがプラスされているわけですから、とにかく馬力がすごい。加速も鋭い。まあ、じゃじゃ馬ですね。ガソリン車とは全然違うので、それに早く慣れなくてはいいなかったし、自分が乗って改善してほしい部分をどんどんメカニックに伝えることで、いい意味で余計な部分が削ぎ落とされ、洗練されたマシンになっていきました。その結果、TS050 HYBRIDが生まれ、優勝につながったんだと思います。

TS050 HYBRID

トヨタがWECに参戦するために開発したレーシング用ハイブリッド車。エンジンと合わせて最高出力1,000馬力を生み出すモーターに、日本製鉄の高効率電磁鋼板が使われています。レースの現場という極限の条件下で鍛え抜かれた技術が、市販車のさらなる性能向上と未来のクルマづくりに活かされています。

もちろん、楽な道のみではありませんでした。レースって、優勝して表に出るのはドライバーやチームスタッフですが、例えばエンジンの部品だけでも何万点もあるわけです。その素材が良くなければダメだし、製造工程がしっかりしていなければダメだし、組み立てにミスがあつてもダメ。とにかく勝利の裏には数え切れないほどの人たちが関わっていて、みんなが力を合わせないと表彰台に上ることはおろか、完走だつてできない。耐久レースを走っていると、特にそのことを痛感します。僕自身もドライバーとして、みんなの思いを背負つて走っている。だから自分のミスでレースを台無しにはできないんです。

2018-19シーズンは日本人初のWECチャンピオンを獲得することができました。今は2019-20年シーズンの真つ最中で、後半戦が始まっています。強敵たちが立ちはだかるタフなレースが続きますが、今シーズンもル・マンを制したうえで、世界チャンピオンのタイトルを防衛したい。自分がやるべきことをやり切ったと思えるように、全力を尽くして精一杯戦っていきます。応援よろしくお願いします。

(談)



WEC 2018-2019

24

省エネ・CO₂削減に
貢献する
エコプロダクツ®



写真2 日本製鉄の無方向性電磁鋼板でつくられた鉄心

日本製鉄の電磁鋼板



写真1 方向性電磁鋼板の結晶粒

「結晶」というと雪の結晶や鉱物の結晶が思い浮かびますが、鉄にも結晶があります。一般的な鉄の結晶粒（一つ一つの結晶の粒）は直径が10～20マイクロメートル（0.01～0.02ミリメートル）で、肉眼では見えません。

電磁鋼板は、この鉄の結晶粒のなかの原子配列（規則正しく並んだ原子の方向）を巧みにコントロールしてつくられています。方向性電磁鋼板の場合、理想的な原子配列を持った結晶粒だけを選択して成長させる技術を駆使し、直径2～3センチメートル程度の肉眼でも見える結晶粒をつくります。

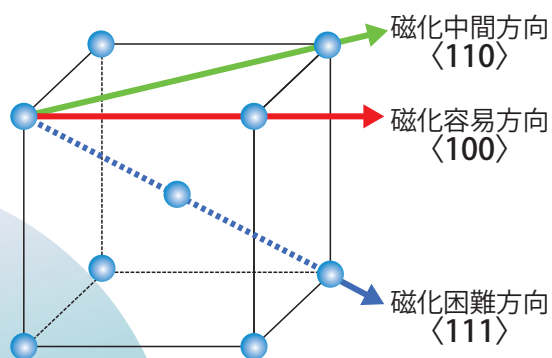
この技術を応用すれば、鉄の結晶粒で文字を書くこともできます（写真1）。「技」の文字の部分は直径数100マイクロメートル程度の結晶粒で、方向性電磁鋼板としては失敗作です。どうすれば理想的な結晶粒をつくるのかはわかっているため、その逆を行えば文字が書けます。無方向性電磁鋼板の場合は、結晶粒のなかの原子配列を方向性電磁鋼板とは違った方向にコントロールします。

このように、用途に応じて結晶粒の原子配列の方向（結晶方位）を精緻にコントロールすることで、日本製鉄はエネルギーロスの少ない電磁鋼板をつくっています。日本製鉄の電磁鋼板は、電気をつくるための発電機、電気を家庭や工場に送るための変圧器、エアコンや冷蔵庫、ハイブリッド車や電気自動車などを動かすためのモーターの鉄心（写真2）に使われ、省エネルギー・CO₂削減に貢献するエコプロダクツ®として高い機能を発揮しています。

結晶方位を 制御して エネルギーロス を減らす

図1 鉄の原子配列と磁気特性

鉄の原子配列は、サイコロのような立方体の角8カ所と真ん中1カ所に原子を持つ構造となっています。〈100〉の方向が最も磁化されやすく、この方向が磁化方向にそろっていると、鉄を磁化したときに生じるエネルギーロス(鉄損)が少なく、エネルギー変換効率が良くなります。



電気が使われているところに 電磁鋼板あり

電気が流れるところには磁界が発生します。例えば鉄心の周りにコイルを巻き、コイルに電気を流すと、磁界が生じ、この磁界によって鉄心は磁気を帯びて自ら磁石になり、磁化されます。このように鉄心の磁化を利用して、電圧を変える装置が変圧器、回転力を発生させる装置がモーターです。変圧器やモーターを使用する際、鉄心で電気エネルギーの一部が熱エネルギーとなって消費され、発熱します。これによって生じるエネルギーロスは「鉄損」と呼ばれ、変圧器やモーターの効率を下げる大きな要因の1つとなっています。

低鉄損を実現する技術的なポイントの1つに、結晶方位制御があります。結晶方位制御とは磁化させようとする方向に応じて結晶方位をコントロールする

技術です。鉄の原子配列はサイコロのような立方体の角8カ所と真ん中1カ所に原子を持つ構造となっています(図1)。鉄が一番磁化されやすい方向は立方体の稜線の〈100〉の方向で、外部から加えられた磁界の方向に〈100〉の方向がそろっていけば、簡単に磁化され、エネルギー効率が良くなります。この〈100〉の方向に着目し、日本製鉄は結晶方位を制御することによって、低鉄損化を追求してきました。変圧器のように一定の方向への特性が重視される機器向けの鉄心には、〈100〉の方向をできるだけ一直線にそろえた方向性電磁鋼板を開発。一方、回転により磁界の向きが常に変化するモーターの鉄心には、〈100〉の方向を鋼板面にできるだけランダムに配し、さまざまな方向に磁化しやすくさせた無方向性電磁鋼板を開発しています。

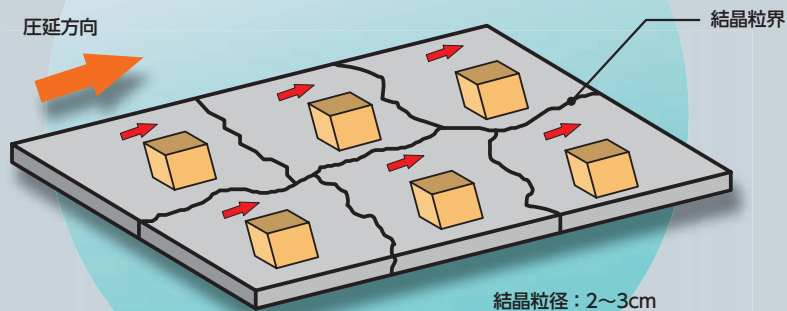
電磁鋼板はこのように結晶方位を制御することによりつくり分けられ、用途

に応じて使い分けられています。方向性電磁鋼板(GO)は、発電所や変電所の電力用大型変圧器、一般家庭や商業施設、工場などへ電気を送る配電用変圧器、ビルや工場などの建物のなかに設置される中小型の変圧器に使用されます。無方向性電磁鋼板(NO)が使用されている電気機器には、発電所の大型発電機、鉄道車両やハイブリッド車、電気自動車の駆動用モーター、エレベーター用モーター、空調のコンプレッサ用モーターなどがあります。さらに私たちの身の回りでは、洗濯機や掃除機のモーター、エアコンや冷蔵庫のコンプレッサ用モーター、テレビの電源トランス、ハードディスクやDVDドライブ内のディスクを回転させるモーターとヘッドを動かすステッピングモーターなどがあります。直接私たちの目に触れることはほとんどありませんが、電気が使われているところに電磁鋼板ありと言われるほど、豊かな暮らしと社会を支えています。



方向性電磁鋼板 ～ 一方向に結晶の向きを制御 ～

変圧器のように一定の方向の磁気特性が重視される電気機器向けの鉄心には、結晶の磁化容易方向〈100〉を、できる限り圧延方向にそろえた方向性電磁鋼板が使われています。



電力システムを支える基盤材料

方向性電磁鋼板

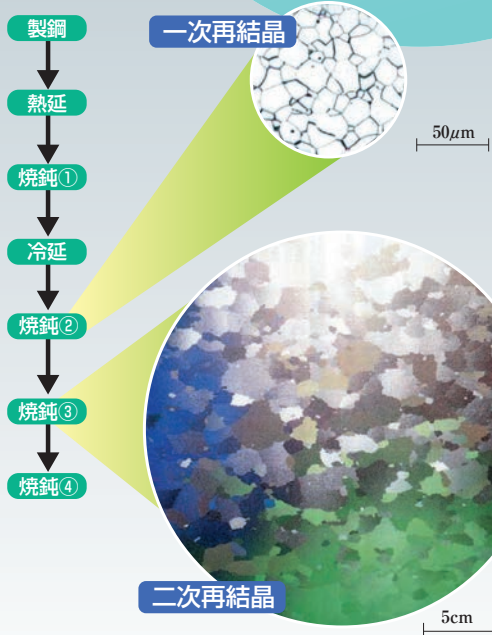
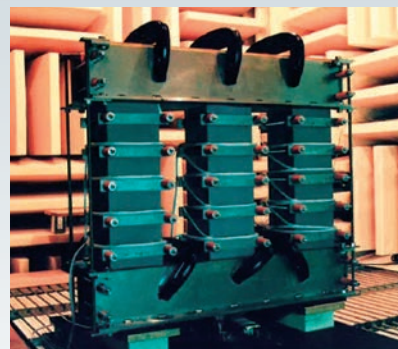


図2 二次再結晶のプロセス

左写真は焼鈍②完了後、一次再結晶組織の鋼板断面です。さまざまな方位を持った結晶粒の集合体で、この段階では方向性電磁鋼板の特性は発揮できません。一次再結晶粒のうち優れた特性を持つ結晶粒が、磁気特性の劣る周囲の結晶粒を蚕食しながら、右写真の二次再結晶まで成長し、方向性電磁鋼板の良好な特性を発揮します。一次再結晶で10 μ m程度であった結晶粒は2~3cmまで成長するのです。



変電所



変圧器の鉄心

方向性電磁鋼板が電圧を効率的に変換します。

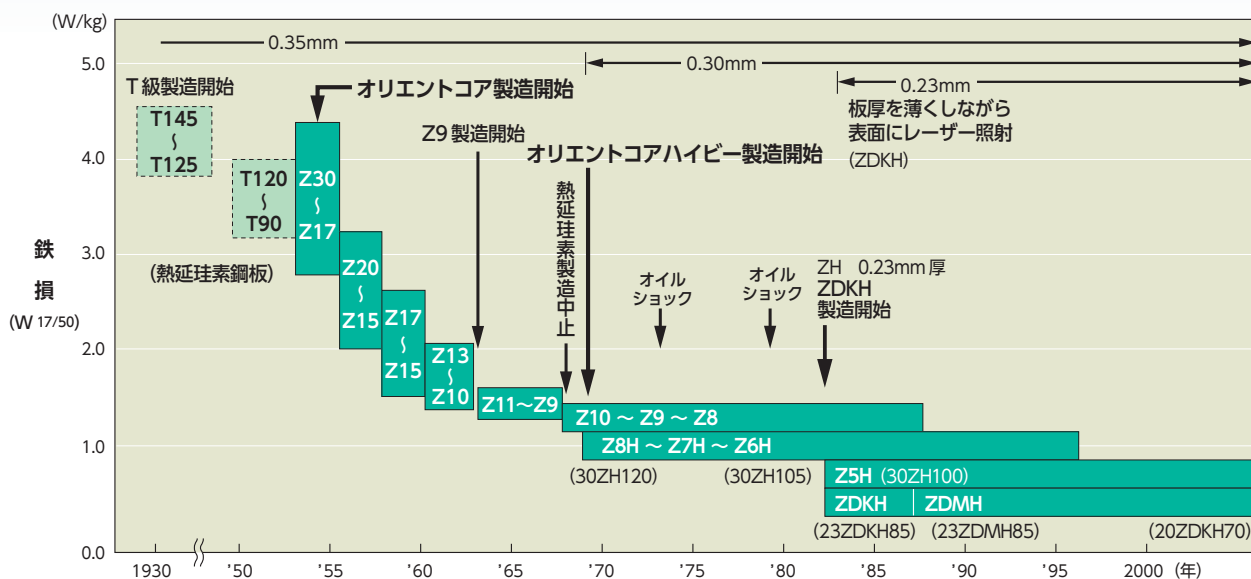


図3 進化する方向性電磁鋼板

方向性電磁鋼板オリエントコアハイビー®は日本製鉄が1961年に開発し、1968年から工業生産を開始している鉄鋼製品です(1973年大河内賞 記念賞を受賞)。絶え間ない技術革新によって、今日までに大幅な電力損失の削減を実現しています。

約1週間かけて結晶方位をつくり込む「匠の技」

電磁鋼板の開発は生産性を高めながら、いかに磁気特性を向上させるかの戦いです。日本製鉄は1953年にアメリカのアーモコ社からの技術導入により、方向性電磁鋼板の日本での工業生産を開始し、1968年にはオリエントコアハイビィ®の製造を開始しました。結晶方位制御技術を駆使した結果、磁化されやすい〈100〉の方向と圧延方向のズレを、従来の半分以下まで角度を抑えることに成功し、変圧器の鉄損を大幅に低減しました。10トンの電磁鋼板内の約1億個の鉄の結晶がほぼ一定の方向にそろい、鉄の芸術品とも言われました。

「キートクノロジーとなったのは、二次再結晶という特殊な冶金現象の活用です。鉄の結晶粒は通常数10マイクロメートルです。これらの結晶粒にはいろいろな個性があります。そのなかで原子配列の向きが〈100〉の方向にそろった結晶粒だけを成長させています。向きがそろった結晶粒が向きのそろっていない結晶粒を蚕食し、向きのそろった結晶粒で鋼板内を埋め尽くしていきます。二次再結晶を行う焼鈍工程は、約1週間かけてじっくりと方向性電磁鋼板を熟成させる「匠の技」と言えます(図2)。(電磁鋼板技術室・大畑室長)

高いハードルに挑み続ける

方向性電磁鋼板の鉄損のうち約70%が渦電流(磁界の変化に伴い、電磁誘導の法

則によって、電磁鋼板内に生じる渦状の電流)によるエネルギーロスです。渦電流損を低減させるため、日本製鉄ではさらに3つの技術を駆使して、低鉄損を実現しています。

1つ目はシリコンなどの合金添加です。しかしシリコンを添加し過ぎると、磁束密度※1が低下します。その影響を補完するため、結晶方位制御を緻密に行い、求められる特性に応じています。

2つ目は板厚を薄くすること(薄手化)です。非常に有効ではあるものの、従来まで二次再結晶が不安定になるなどの難しさがありません。その技術課題を克服し、0.20ミリの薄手化を実現しました。渦電流は鉄心の断面に発生するため、鉄心を薄く切って、それぞれの境界を絶縁して抵抗を大きくし、積層鉄心にすることで鉄損を小さくしています。

3つ目は磁区幅※2の細分化です。二次再結晶により結晶の方向をそろえていくと、方向性電磁鋼板は磁区幅が大きくなり、鋼板内に生じる渦電流が増えます。そこで1983年に鋼板の表面にレーザーを照射し、磁区幅を小さくすることで、さらなる鉄損の低減を実現したオリエントコアハイビィ・レーザー®を開発(1985年大河内賞技術賞を受賞、1993年全国発明表彰、日本経済団体連合会会長発明賞を受賞)。1988年にはレーザーではなく、鋼板表面に機械的に適度な溝を入れることで磁区幅を狭くするオリエントコアハイビィ・パーマネント®を開発しました(1998年市村産業賞貢献賞を受賞)。

大幅な電力損失減、低騒音を実現

近年は低鉄損だけでなく、低騒音のニーズも高まっています。かつて柱上変圧器や鉄道車両用変圧器の近くで耳を澄ますとブーンという音が聞こえることがありました。この音は電磁鋼板が磁化したときに伸び縮みする性質(磁歪)が原因の1つとなっています。変圧器に流れる電流は交流のため、1秒間に50回(東日本)または60回(西日本)のサイクルで電流の流れる向きが変わります。そのため磁界が大きくなったり、小さくなったり、磁化される向きも変わることから、方向性電磁鋼板は伸び縮みを繰り返します。長さ1メートルの方向性電磁鋼板の場合、わずかに約1マイクロメートル(0.0001ミリメートル)程度の伸び縮みが、変圧器のうなるような音につながっていたのです。

磁歪は結晶のそろい方に影響され、結晶方位が特定の方向に良くそろった電磁鋼板ほど、小さくなります。日本製鉄はさらに結晶方位制御技術に磨きをかけるとともに、振動騒音測定解析システムを独自に開発し、これらを駆使して、電磁鋼板の利用環境にまで踏み込んで低騒音化に貢献する技術開発を進めています。

この長年にわたる方向性電磁鋼板の技術革新(図3)により、日本製鉄は変圧器の大幅な電力損失減、低騒音を実現しました。また、変圧器の小型化・大容量化に貢献し、超高圧変電所で必要となる1基で10億ボルトアンペアの電力を変圧するような超大型変圧器にも使用され、変電所周辺の環境対策の面でも役割を果たしています。



日本製鉄(株) 薄板事業部 電磁鋼板営業部
電磁鋼板技術室 大畑 喜史 室長

す。こうした実績が評価され、日本製鉄は2020年2月、一般社団法人電気学会が選定する第13回「でんきの礎」で、方向性電磁鋼板オリエントコアハイビィ®が鉄鋼製品として初めて顕彰されました。「でんきの礎」は社会生活に大きく貢献した電気技術の功績を称えるもので、これまで日本語ワードプロセッサ、新幹線鉄道システム、ウォークマンなどが顕彰されてきました。

「10年くらいのスパンで大きなブレイクスルーがありました。今後とも考えもしなかった電磁鋼板が生まれると確信しています。理想に向けて日進月歩で進化させていくことが使命だと考えています。従来の電力系統は大型発電所から川の流れのように高電圧で電気を送り、電圧を低くしながら分電して需要家に届ける「一方通行」が主流でした。これからは太陽光発電や風力発電などの分散型電源が伸び、システムが大きく変化する可能性があります。方向性電磁鋼板に求められる性能も変化していくと思いますが、新たなニーズにも柔軟に対応し、電力システムを支える基盤材料として、これからも省エネルギー社会の実現に貢献していきます」(大畑室長)

※1 磁束密度: 電磁鋼板の特性を表す指標の一つ。磁束密度が高い電磁鋼板は、磁化されやすく一般に良い材料とされます。

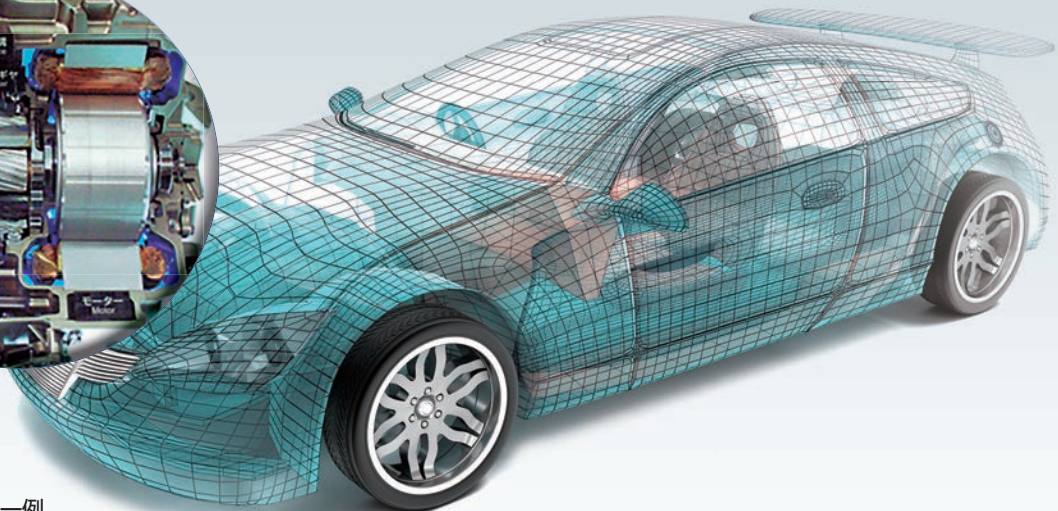
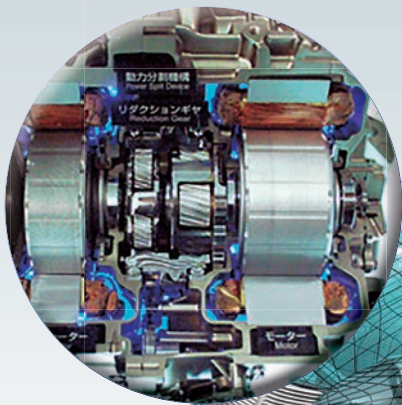
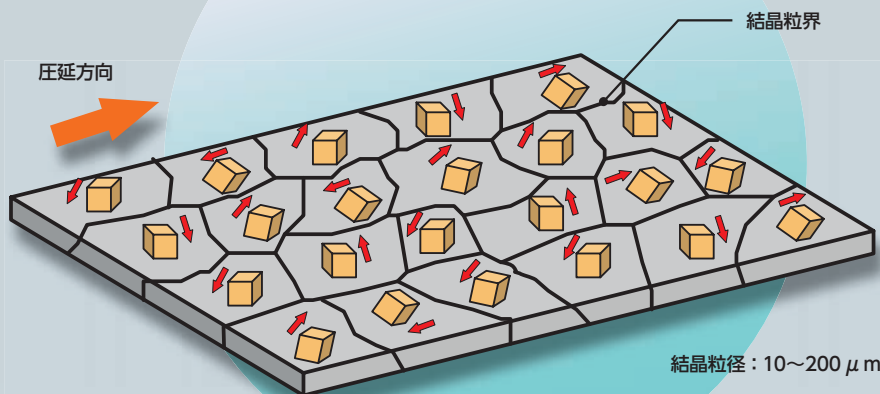
※2 磁区幅: 鉄は小さな磁石(磁気双極子)の集まりです。この小さな磁石の一つ一つは磁区とも呼ばれ、この磁区の幅が磁区幅です。

モーターの
高性能化を支える
最新材料

無方向性 電磁鋼板

無方向性電磁鋼板 ～ さまざまな方向に結晶の向きを制御 ～

回転により磁界の向きが常に変化するモーターの鉄心には、特定の方向に偏った磁気特性を示さないように、鋼板の面内でできるだけランダムに結晶方位をコントロールした無方向性電磁鋼板が使われています。



ハイブリッド車駆動系の一例

無方向性電磁鋼板が電気エネルギーを効率的に運動エネルギー(回転運動)に変換します。

特徴

鉄損

- ・鋼板を磁化したときに消費されるエネルギーで、小さいほど良い
- ・モーターの効率に寄与
- ・板厚が薄いほど、低鉄損化(⇔高磁束密度化)

磁束密度

- ・鋼板が磁化されたときの単位断面積あたりの磁束の量で、大きいほど良い
- ・モーターのトルクに寄与
- ・板厚が厚いほど、磁束密度が上がる(⇔低鉄損化)

強度

- ・モーターの高回転速度にも耐え得る強度
- ・薄くても強度を担保できれば、軽量化に寄与

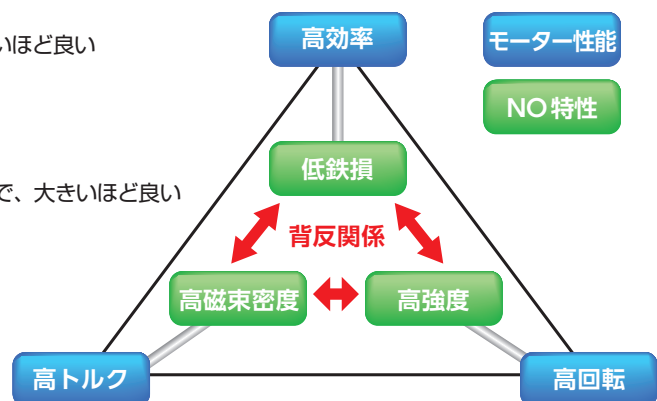


図4 無方向性電磁鋼板の技術課題

ハイブリッド車や電気自動車の駆動モーターには、「高効率」「高トルク」「高回転」が求められます。それらを実現するための素材特性として、「低鉄損」「高磁束密度」「高強度」が求められています。それらは背反関係にあるため、いかにバランス良く成立させるか、これからも進めていきます。

背反関係の3特性を 高次元にバランス良く両立

無方向性電磁鋼板は、特定の方向に偏った磁気特性を示さないように、各結晶の方位をできる限りランダムに配置することで、大型発電機から小型精密モーターまで、大小さまざまな回転機の鉄心に用いられています。さらに近年では、地球環境の観点から急速に普及しているハイブリッド車や電気自動車の駆動モーターの鉄心向けにも採用が広がっています。

ハイブリッド車や電気自動車の駆動モーターは、電気エネルギーを磁気エネルギーを介して運動(機械)エネルギーに変換する装置で、ステーター(固定子)とローター(回転子)の2つの部分で構成されています。ステーターは無方向性電磁鋼板の鉄心にコイルを巻いたもので、コイルに電流を流すことで磁界をつくり出します。一方、ローターは無方向性電磁鋼板に永久磁石を埋め込むタイプが主流で、磁界の変化によって回り続けます。モーターは加速時・定速走行時にはローターのシャフトに連結されたタイヤを回して、自動車を動かす動力となります。また減速時には、モーターへ供給する電力を遮断することで電気エネルギーを発生させる発電機の役割を果たし、タイヤの回転を落とすブレーキとなります。

「駆動モーターに要求される特性は高効率、高トルク※3、高回転です。高効率を求める」と無方向性電磁鋼板の低鉄損

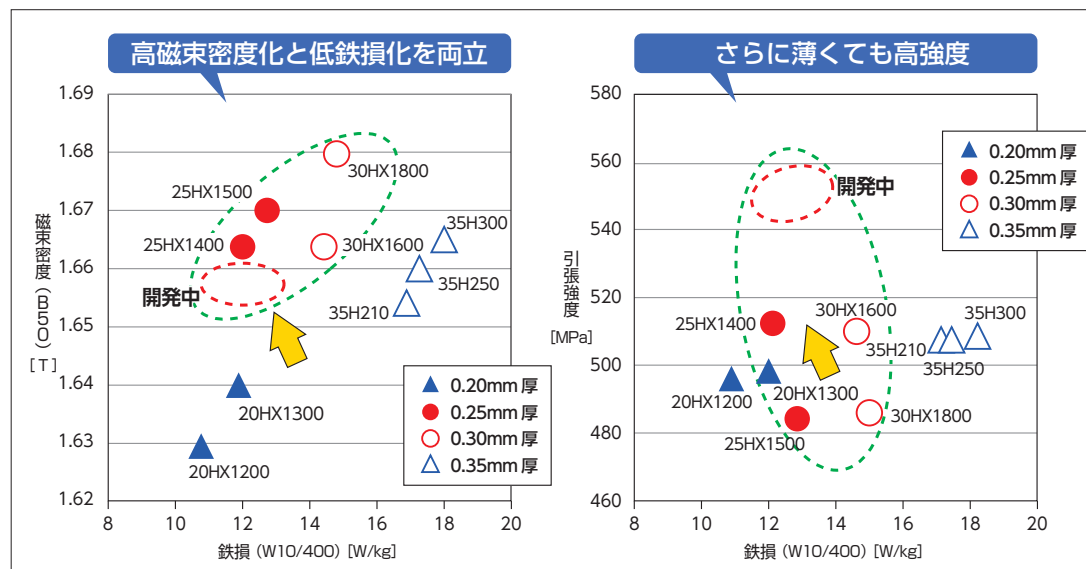


日本製鉄(株) 薄板事業部 電磁鋼板営業部
林 申也 上席主幹

化が欠かせません。鉄損を低くするためにはシリコンなどの添加量を増やすことが有効ですが、磁束密度の低下により、モーターのトルクが低下します。モーターを小型・軽量化しつつトルクを高めるには高磁束密度化が欠かせません。磁束密度を高くするためにはシリコンなどの添加量を減らすことが有効ですが、強度が低下し、モーターの回転数を上げるのが難しくなります。このように全ては背反関係にあります。いかに高いレベルで3つをバランスさせるかが腕の見せ所になります(図4・5)。(電磁鋼板営業部・林上席主幹)

「鉄損を下げるためにシリコンの添加量を増やすと鋼板は硬くなり、圧延しにくくなり生産性が低下します。これを克服するため、操業・設備の技術改善を行っています。また、鉄損が低くなっても磁束密度が低下しないよう、さらなる技術改善が行われています。このように製鉄所における製造技術の改善力を持っているからこそ、お客様の要求に応えられる電磁鋼板を供給できるのです。技術革新に終わりはありません。安定的に競争力ある高い品質の電磁鋼板を生産し続ける技術を、これからも追求していきます」(林上席主幹)

地球温暖化の原因とされるCO₂排出を減らすため、電気機器の省エネやハイブリッド車・電気自動車の普及が加速し、今後も電磁鋼板の利用はますます拡大するものと見込まれています。日本製鉄はモーターや変圧器などの性能を高める電磁鋼板の供給体制を整え、これからも絶え間ない技術革新を通じて、さらなる環境負荷低減への歩みを進めていきます。



※3 トルク：物体を回転する力



エコプロ2019に出展

2019年12月5～7日、東京ビッグサイトで日本最大級の環境展示会である「エコプロ2019」が開催されました。日本製鉄は大型タッチパネルや体感展示品などを使用し、SDGsへの取り組みや、LCAの視点から見た環境にやさしい「鉄」の魅力について紹介しました。会場には3日間で延べ約6,800人の来場者が訪れました。

また、本展示会のなかで「第2回エコプロアワード」の表彰式もあり、日本製鉄の「ビバリー®シリーズ」にエコプロアワード主催者賞が贈られました。

2 コーナー

鉄の生み出す暮らし
～鉄は私たちの暮らしを豊かにしています！昔と今の街を比較～

昔の街を映し出した大型パネル2枚のイラスト部分をタッチすると、現代で使用されている鉄鋼製品に変化。鉄によって私たちの暮らしがより快適で便利になることを紹介しました。

1 コーナー

鉄のエコラボ
～なぜ鉄がリサイクル率ナンバーワンなのか？鉄がエコな理由を体感～

さまざまな素材のなかから鉄だけを大型電磁石で選別するデモを実演。来場者にも手元の磁石とスチール缶で体感していただきました。



**「第2回
エコプロアワード」
を受賞！**



日本製鉄が開発した「ビバリーシリーズ」は、鉄分を多く含む製鋼スラグと人工腐植土を混合して製造した鉄分供給鉄鋼スラグ製品です。（一社）産業環境管理協会主催の「第2回エコプロアワード」で、エコプロアワード主催者賞（優秀賞）を受賞しました。

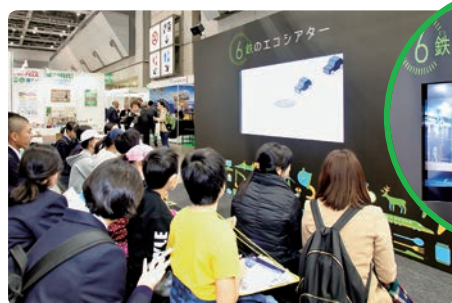


4
コーナー

鉄の創り出す未来

～鉄によって社会の発展に貢献する
日本製鉄の取り組みを紹介～

国連で採択された「持続可能な開発目標」(SDGs)に貢献する日本製鉄の取り組みをルーレット式パネルで紹介しました。



6
鉄のエコシアター

鉄のエコシアター

～「鉄は、人と地球とともに」
動画を観ながら
エコやLCAを考える～

LCA とは何かを動画でわかりやすく解説し、鉄が環境負荷の低い素材であることを紹介しました。



ブリキ素材で缶バッジをつくるコーナーも！

好きな鉄鋼製品のスタンプを押してマイバッグを制作



エコバッグにスタンプを押してデコレーションしてみよう！

鉄のプレイランド

鉄はリサイクルしやすい



鉄のプレイランド

～実は、鉄は軽く、強く、やさしい！
触って鉄の魅力を発見～



「鉄は軽い」「鉄はリサイクルしやすい」「鉄は強い」という3つの鉄の魅力を、実際に素材に触るなど、比較して、実感していただきました。



5
コーナー

鉄のエコプロダクツ®

～鉄はこんなに社会のなかで活躍している！
さまざまな日本製鉄製品を展示～

ブリキ、防音車輪、チタンをはじめ、海の藻場を再生する「ビバリーシリーズ」、長持ちする「耐摩耗鋼 ABREX®」、水素社会に欠かせない「高圧水素用ステンレス鋼 HRX19®」、大きな橋を支える「環境負荷低減型 超ハイテン線材」など、日本製鉄の技術を駆使した社会を支える製品を展示しました。

森 重隆氏

日本ラグビーフットボール協会 会長



■プロフィール もり・しげたか

1951年福岡県生まれ。福岡高校でラグビーを始め、明治大学を経て、74年に新日鉄(当時)入社。釜石ラグビー部で主将、プレイングマネージャーとして日本選手権4連覇を達成し、日本代表でも主将として活躍。現役引退後、91年に家業の3代目として(株)森硝子店代表取締役社長に就任。母校である福岡高校のラグビー部監督も22年間務めた。2015年九州ラグビーフットボール協会会長、19年6月に現職就任。

日本人の「おもてなし」の心を見た ラグビーワールドカップ2019

進藤 本年は、1970年代の旧新日鉄釜石ラグビー部黄金時代を選手・主将・プレイングマネージャーとして支えられ、昨年6月に日本ラグビーフットボール協会の会長に就任された森重隆さんをお迎えしました。まずは日本で開催されたラグビーワールドカップ2019、大変お疲れ様でした。日本代表は史上初のベスト8入りを果たし、極めて実りの多い大会だったと思います。

森 ありがとうございます。あつという間の44日間でした。正直なところ疲れましたね(笑)。進藤会長は私よりも1期先輩で年齢は近いのですが、釜石在籍時代から雲の上の人でした。今日はお招きいただきありがとうございます。

進藤 私も入社後は室蘭でラグビーをやっていましたが、大学時代から森さんは私にとって雲の上の人でしたね。日本製鉄のグラウンドがあった釜石や国分寺で一緒に練習させていただいたところに初めてお会いしたと記憶しています。本日は久しぶりにゆっくりお話できるのが大変楽しみです。

協会の会長就任後すぐにラグビー界最大のイベント、ワールドカップ開催の陣頭指揮に当たられ、ご苦労も多かったと思います。まず本大会を振り返っていかがですか。

森 開催都市となった地方自治体の頑張り、そして市民の一生懸命さ、熱意が素晴らしかったですね。それがなければ成功しなかったと思います。例えば、北九州市ではウェールズ代表の練習に市民1万5000人が集まってウェールズの国歌を歌う。そんな光景が各地で見られました。大会期間中に日本人の「おもてなし」に對

厳しさと仲間への
信頼がチームや組織を
強くする



ラグビー日本代表としてのキャップ数(出場回数)27と、1970～80年代に日本を代表するセンター(CTB)※として活躍した森重隆氏。旧新日鉄釜石ラグビー部時代には、釜石黄金時代の礎を築き上げました。昨年6月、日本ラグビーフットボール協会(以下、日本ラグビー協会)会長に就任、持ち前のリーダーシップで、日本開催のラグビーワールドカップにおいて、日本代表を初のベスト8に導きました。今回の会長対談では、ご自身の今まで歩んでこられた道のり、ラグビー精神やチームづくりのあり方とともに、ラグビーワールドカップの総括と今後の課題などをお聞きました。

日本製鉄株式会社 代表取締役会長

進藤 孝生



※センター(CTB)：Center Three-quarter Back。守備ではタックル、攻撃ではゲームメイクや自ら突破してトライのチャンスをつくる、スピードとパワーの両方を要するポジション。

する外国チームからの感謝の言葉も数多く耳にしました。開催地の県知事から「結果として、地元に必要な経済効果があった」と言われましたが、一生懸命やった地方自治体は、頑張った分、地域活性化にもつながっているようです。

また、ニュージーランドVSウェールズの3位決定戦が行われた東京スタジアムで、試合後メダルを授与するためにグラウンドに降りたのですが、あれだけ激しい試合のあとでも芝が傷んでいない。応援するサポーターだけでなく、グラウンドを管理する人や数多くのボランティアの皆さんが陰になり日向になり一生懸命頑張ってくれたからこそ、このワールドカップが盛り上がったのだと思います。

進藤 私は東京スタジアムで2試合、横浜国際総合競技場で2試合観戦しましたが、グラウンドや映像でそうした光景を見て誇らしい気持ちになりました。日本にはこんなに立派なサポーター、質の高いラグビーファンとスタッフがいることがもともと浸透して、日本人の評価が世界でさらに高まったとしたらうれしいですね。また、台風で釜石鵜住居復興スタジアムをはじめとする3会場で試合が中止になったことは残念でしたが、洪水に見舞われた釜石市や宮古市で土砂の除去や瓦礫の撤去、また市民を激励する活動などのボランティアに取り組むカナダやナミビアの選手たちの姿には心を打たれました。新聞記事によると、ラグビーユニオンの国際競技連盟(ワールドラグビー)の後押しを受け、今後カナダ・ナミビア両チームを釜石市に招き、釜石震災復興の象徴である釜石鵜住居復興スタジアムで試合をしようという話もあるようです。実現するといいですね。

森 本場にそうですね。あともう一つ今回の大会で印象深かったのは、試合数日前に急遽来日が決まったイギリスのヘンリー王子と、南アフリカのラマポーザ大統領を、何事もなかったように受け入れ、肅々と対応する自治体(横浜市)の底力、懐の深さです。大変驚きました。

何事にも真摯に取り組む姿勢を 怒られながら学んだ大学時代

進藤 森さんは高校卒業まで福岡で過ごされました。中学ではバレーボール部に所属されていて、ラグビーは高校で始められました。その経緯を教えてくださいませんか。2代目社長として森硝子店を運営されていたお父様もスポーツマンだったのでしょうか。

森 私の祖母が運動嫌いで、父はやりたかった野球を高校で続けさせてもらえませんでした。そんなこともあって父は、一人っ子の私にやりたいことを自由にやらせてくれた。海外遠征も含めて試合にもよく来てくれましたね。

中学でバレー部に入ったのは、1964年の東京オリンピックで大松博文監督が率いるバレーボール全日本女子が金メダルを取ったのを見て自分もやりたいと思ったからです。しかし体が小さかったので苦勞しました。その後進学した福岡高校では、中学の先輩たちが毎年ラグビー部に入部しており、私も誘われて入りました。今は東福岡高校が有名ですが、福岡高校も高校ラグビーの強豪チームでした。

進藤 私は秋田高校のラグビー部で全国大会に出て、2年生のときに福岡高校と対戦しました。なんとか勝ちました。が本場に強かったです。試合前に両チームが向き合って一礼したとき、丸刈りで頭の良さそうな子が並んでいて、それまで聞いていた福岡高校の荒っぽいイメージとはまったく違いました。懐かしい思い出です。森さんは高校卒業後、明治大学に進まれ1年目から試合に出場されましたね。

森 はい。でもそのあとけがで腰を痛めたこともあり、3年生になるまでともに練習できず試合に出してもらえませんでした。実は私自身は早稲田大学に行きたかったのですが、進路を考えている時期に、名将と言われる明治大学の北島忠治監督が私の実家を訪問され誘ってください

た。明治大学出身の私の父にとって北島監督は神様のような人です。「ぜひ息子さんを明治に」と言われて舞い上がり、「明治に行け!」と(笑)。それで明治大学に決めました。

進藤 フォワード中心に前へ前への北島監督のラグビースタイルのなかで、森さんは俊足を活かしたステップ&ランで動き回るラグビーでしたよね。監督から何か言われませんでしたか。

森 「まっすぐ走れ!」とかなり怒鳴られましたね。明治のラグビースタイルは自分には合わないと思い、1年生の夏休み実家に帰って親に「もう1年浪人して早稲田に行きたい」と言ったら、「北島先生と約束したのにバカ言うな!」と一蹴されました。その後も北島先生には「糸の切れた風」と評され、度々怒られて反感を持つこともありましたが、あとから考えると先生の言うことは間違っていなかった。何事にも真摯に取り組む姿勢の大切さなど、私をもっと強くするための教えであり、愛情のある指導だったと今は大変感謝しています。

心を一つにして厳しい練習に 明け暮れた釜石時代

進藤 大学卒業後、1974年に日本製鉄(当時新日鉄)に入社され、釜石ラグビー部に入られました。きっかけがあったのですか。また、釜石での練習や生活はいかがでしたか。

森 試合に出ていない3年生のとき、先輩の誘いで卒業後は広告代理店に入ることも考えましたが、明治大学の釜石遠征時のご縁もあって、釜石製鉄所の当時の労働部長が明治大学ラグビー部の合宿所まで来られ、北島先生に私の入社を強く勧められました。北島先生にも後押しいただいた新日鉄に入社することになりました。

釜石赴任の際、「あの山を越えたらラスベガスのような街がある」と言われましたが、まず思ったのは、遠いところだなあと(笑)。夕方5時まで仕事をして、それから8時ごろまで練



秋田高校ラグビー部で全国大会に出場した進藤会長



高校・大学ともに闘志あふれるプレーで中心選手になった森氏(写真は高校時代)

写真提供：森重隆

習しました。冬はグラウンドが凍り付く寒さで、最初は、正直とんでもないところに来たと思いました(笑)。でも練習を終えると、メンバーは心の温かい人間ばかりで、昨年の日本代表チームのように「ワンチーム」がスローガンでした。酒を飲むとラグビーの話ばかりです。そういうチームでなければ勝てないことを植え付けられた貴重な経験でした。

進藤 森さんが在籍していた釜石ラグビー部は、76年度日本選手権に初優勝し、翌年度は負けましたが、その次のシーズンから現役を引退される81年度まで4連覇という偉業を成し遂げました。釜石自体はその後3連覇し7連覇までいくのです。その原動力は何だったのでしょうか。
森 今の選手も同じだと思いますが、連覇はやはりハードワーク、厳しい練習の賜物です。釜石時代はとにかく練習がきつかった。当時の明治大学もそこまでやっていれば、皆素質があるので勝ち続けていたと思います。

あとは一体感を持てるからです。当時、我々のように大学の対抗戦でプレーしていた選手と東北の地元の高校出身の選手は別々の寮に住んでいましたが、私はチームの大半を占める若い高校出身の選手たちの寮に移りました。心を一つにするには、やはり毎日一緒に和気あいあいと食事し、飲んで徹底的に話すことが大切だと学びました。

進藤 慶應義塾で塾長を務められた経済学者の小泉信三先生も「練習は不可能ヲ可能ニス」と言われていますが、日々の厳しい練習は、肉体的な能力を高めるだけでなく、フェアプレーの精神、勇気、道徳心などの精神的な能力も向上させますね。

あと一つ、今でもよく覚えているのは、現役を引退された時期に放映されたNHK特集『フーサイドの笛は鳴った』(新日鉄・釜石ラグビー部の1年)(82年)です。毎年新人を鍛え上げながら日本選手権4連覇を達成した釜石ラグビー部の強さの秘密を探る番組で、今でも森さんの言葉を

いくつか記憶しています。あのころ私は本社人事部で採用の仕事をしていましたが、人事部では日本製鉄にぜひ入社してもらいたいとの思いから、面接を待つ学生の控室で番組の映像を流しました。

森 広報を通じてNHKのディレクターが私のところに来て、堅いイメージの製鉄会社とラグビー部がどのように融合しているのか、1年間取材して番組をつくりたいとお話がありました。今では珍しくありませんが、報道と人間ドラマが融合した初めての番組として、高く評価されたと聞いています。番組を担当されたディレクターはその取材を機にラグビーが好きになり、特に釜石ラグビーチームの「人間」に惚れ込んだと言っておられました。

進藤 一方、釜石に入られた74年の春に日本代表にも初めて選出されましたね。日本代表になられて感じたことはありますか。

森 新日鉄に入社した年の春だったので、会社の新入社員研修は受けずに、日本代表チームのニュージーランド遠征後、そのまま釜石に赴任したことを覚えています。代表チームは今の方がものすごい練習をしていますね。当時は代表になってまでなぜこんなに練習しなければならないのかという雰囲気チームにあり、練習も釜石ほどきつくありませんでした。

会社経営の傍ら 高校ラグビー部の監督を引き受ける

進藤 引退後は福岡に戻りご実家の森硝子店に入って、3代目社長として経営の舵を取られました。「森さん、働かせてください」と入社したラグビー経験者も6、7人いらっしゃると聞いています。社訓なども拝見しましたが、1924年(大正13年)創業と、大変歴史のある会社ですね。会社経営という初めての経験はいかがでしたか。

森 お客様との信頼関係を築き、お得意様を大切にしてい



明治大学時代の練習風景



『新日鉄釜石ラグビー部記念誌』より



釜石ラグビー部時代のプレー

写真提供：森重隆

写真提供：森重隆



チームを信じ、 相手をリスペクトする ラグビー精神

森さんはそれでいいのか!」と言われたので、実際にグラウンドを見に行ってみると練習への取り組み姿勢などがなっておらず、これは何とかしなければと思い引き受けました。会社を夕方4時ごろ出て7時ごろまで練習を指導して、そのあとまた会社の取引先の方と飲みに行く日々でした。最初は3〜4年のつもりでしたが、入部してきた1年生が3年生になり、ちゃんと大人になって卒業していくのを見るのが楽しくて、気がつくとも22年間続けてしまった感じです。そのなかに昨年のワールドカップで活躍したウイング(WTB)の福岡堅樹選手もいました。

進藤 ラグビーにはスポーツマンシップやチームプレーの精神はもちろん、リーダーになればチームの管理や運営、人材育成を含めてどのようなチームにしていくなのか、チーム一丸でどのような目標を持って練習するのかなどの明確なビジョンと戦略、リーダーシップが求められます。選手・監督の長年のご経験を振り返って、今どのように思われますか。

森 今回のワールドカップの1年前から、主将リーチ・マイケルのリーダーシップのもと仲間を互いに信じ、「ベスト8」という目標を代表選手31人全員がはつきりと持つようになりしました。彼は持ち前の優しさを含めて人間性が素晴らしい。チーム全員が尊敬できるリーダーのもとで同じ方向を目指したことが粘り強さにつながり、ベスト8の実現につながったと思います。どんな組織も同じで、強くなり成長するために

道にやれば、大きく売上が伸びなくても企業として成長できることを約10年かけて学びました。どんな世界でも人間関係が基本ですね。ラグビーでの監督・リーダーの経験から、ちよつと元氣のない社員の相談にのったり、常に社員の顔を見て声をかけたりすることを心がけてきました。

進藤 会社経営の傍ら、母校・福岡高校ラグビー部の監督も22年間務められ、力が落ちていたチームを立て直し、花園の全国大会にも出場されました。何かきっかけがあったのですか。

森 ある保護者から、ラグビースクールでプレーしていた息子が福岡高校に憧れて入部したが3日も経たないうちに面白くない、辞めたいと言っていると聞きました。「OBの



日本代表ではセンター(CTB)として活躍

写真提供：森重隆



は、組織を支えるメンバー全員を同じ方向に導く熱意のあるリーダーシップが重要だとつくづく感じました。

進藤 ベスト8を決めたスコットランド戦終了後のインタビューで選手の1人が、チーム全員が絶対に勝てると迷いなく信じていたと言いました。企業の場合は、事業環境や景気動向の変化に直面すると目標の実現に疑心暗鬼になる人も出てきます。勝つ保証が何もない状況で全員が信じ続けるのは難しいことですが、互いを信じてそれをやり切る日本代表の信念に心を打たれました。

もう一つ思うのは、チームにはリーダーがいればフォロワーも必要で、言葉を交わさなくても以心伝心でお互いが何を考え、どのように動こうとしているのかわからなければ

ばならない。そうしたことも繰り返し練習、訓練するからこそできると感じしました。

森 今回の日本代表のプレーが国民の皆さんの共感と呼んだのは、1人がタックルにいくともう1人も続いて相手を倒す。そうした連携を見ているだけで、ラグビーを知らない人たちにもチームの気迫が伝わったからだと思います。選手たちが闘志あふれるラグビーを見せてくれたことが協会長の長として本当にうれしかったですね。

進藤 日本ではラグビー精神の表れとして、試合終了を表現する際に、試合後は敵も味方もないという意味から「no side」という言葉を昔から使っていますが、現在、ラグビーの本場イギリスでは「full time」が一般的だそうです。

また「one for all, all for one」や、私が好きな言葉として言っている「Honor is equal」（名誉は等しい）のラグビー精神も、現在海外ではあまり使われていないようです。本大会を通じて、こうした古来のラグビースピリットを価値ある精神、文化として大事にしている日本人の姿を、逆に海外のチームに再発信できたと思います。

森 実は、規律や品位、リスペクトなどを明記したスポーツ憲章があるのは、プレー次第では命にもかかわるラグビーとサーフィンだけだそうです。今回は日本代表に倣ってか、相手をリスペクトする、試合前に列をつくって相手を迎える、試合が終わったら勝者を称えるなどの光景がたびたび見られましたね。外国人選手と一緒に並んでお辞儀している姿には少し違和感がありました（笑）、素晴らしいことだと思います。

進藤 ここまでお話を聞いた上で改めて伺いたいのですが、森さんにとって、一言でラグビーの魅力とは何だと思われますか。



福岡高校ラグビー部の監督としてニュージーランド遠征を実現

写真提供：森重隆

森 格闘技的要素の強いスポーツですから、基本的に痛い（笑）。それを痛い顔をせず我慢して大きい相手にタックルする。自分が行かないとほかのメンバーが痛い目にあい、迷惑をかけます。ある意味で自己犠牲の精神、そこがチームスポーツであるラグビーの魅力だと思います。それをできる選手が評価され、観る人の胸を打つ。

進藤 後ろにパスをして相手をブロックし、後進を前に進ませる姿が、ラグビーというスポーツのあり様を象徴していますね。また、かつてラグビーは、今回の台風のような非常事態は別として、基本的に雨や雪が降っても中止はなかった。審判の判定は絶対だし、試合中に選手がけがをして人数が欠けても交代はできず、そのまま少ないメンバーで戦った。今は少し変わってきたようですが、私にとってはそのような厳しい状況下で一生懸命戦う一面もラグビーの魅力、醍醐味でした。

森 今回、かつてイングランド代表チームの主将だったワールドラグビーの会長と約40年ぶりに会いました。彼は最初、私のことを覚えていなかったのですが、過去の対戦試合での互いのプレーについて話しているうちに記憶がよみがえり、すっかり打ち解けて仲良くなった。ラグビーは時間を越えて人と人をつなぐ良さがありますね。

ワールドカップの盛り上がり 未来につないでいく

進藤 ワールドカップの次は東京オリンピックですね。日本代表チームのさらなる強化に加えて、スーパーラグビー※や、プロ化の問題など、課題も多いと思います。また、森さんは20年以内にもう一度日本でワールドカップを開催しようと言われていますね。今後の抱負をお聞かせいただけますか。

森 1月からスーパーラグビーとトップリーグがあり、また

東京オリンピックに向けた7人制ラグビーの強化に取り組む過程で、プロ化も含め日本のラグビーを今後どのようにしていくのかを協会のメンバーでまさに議論しているところです。プロ化についてわかりやすく言うと、地方に大型商業施設（プロ）ができて、これまで一生懸命に街をつくってきた地元商店街（アマチュア）がつぶれるようなことがあってはならない。プロの集客によってアマチュアも繁栄して地域が盛り上がるようなやり方を模索しています。また高校・大学単位の従来からの取り組みに加えて、将来世界で戦うことを見据えた選手の育成システムもつくり上げていきたいと考えています。

進藤 ラグビー体験会など、子どもたちを対象にしたラグビー普及育成プログラムも実施されていますが、ファンを増やし、ラグビー精神を多くの人々に共有してもらうためには、ラグビーの競技人口を増やす人材育成・教育が重要です。私の母校・秋田高校でもラグビー部に15人揃えるのが難しくなっています。地道な普及活動が続けて、将来的には地域のグラウンドで普通の人がラグビーを楽しむようなスポーツ文化が生まれるといいですね。

一方、ラグビーと同様に、時代の流れのなかで、日本製鉄も森さんがいたころと比べて様変わりしています。2012年に新日鉄と住友金属工業が合併して新日鉄住金となり、19年4月から「日本製鉄」として新たにスタートしました。その間、海外の事業会社も増えました。国内の製造現場では



ワールドカップ2019準々決勝の南アフリカ戦を終え、記念写真に納まる日本代表チーム

写真提供：共同通信社

※スーパーラグビー（Super Rugby）：ニュージーランド・オーストラリア・南アフリカ共和国・アルゼンチン・日本の5カ国、計15のプロチームが参加するラグビーユニオンの競技会。日本チーム（サンウルブズ）は今年が最後の参戦となる。

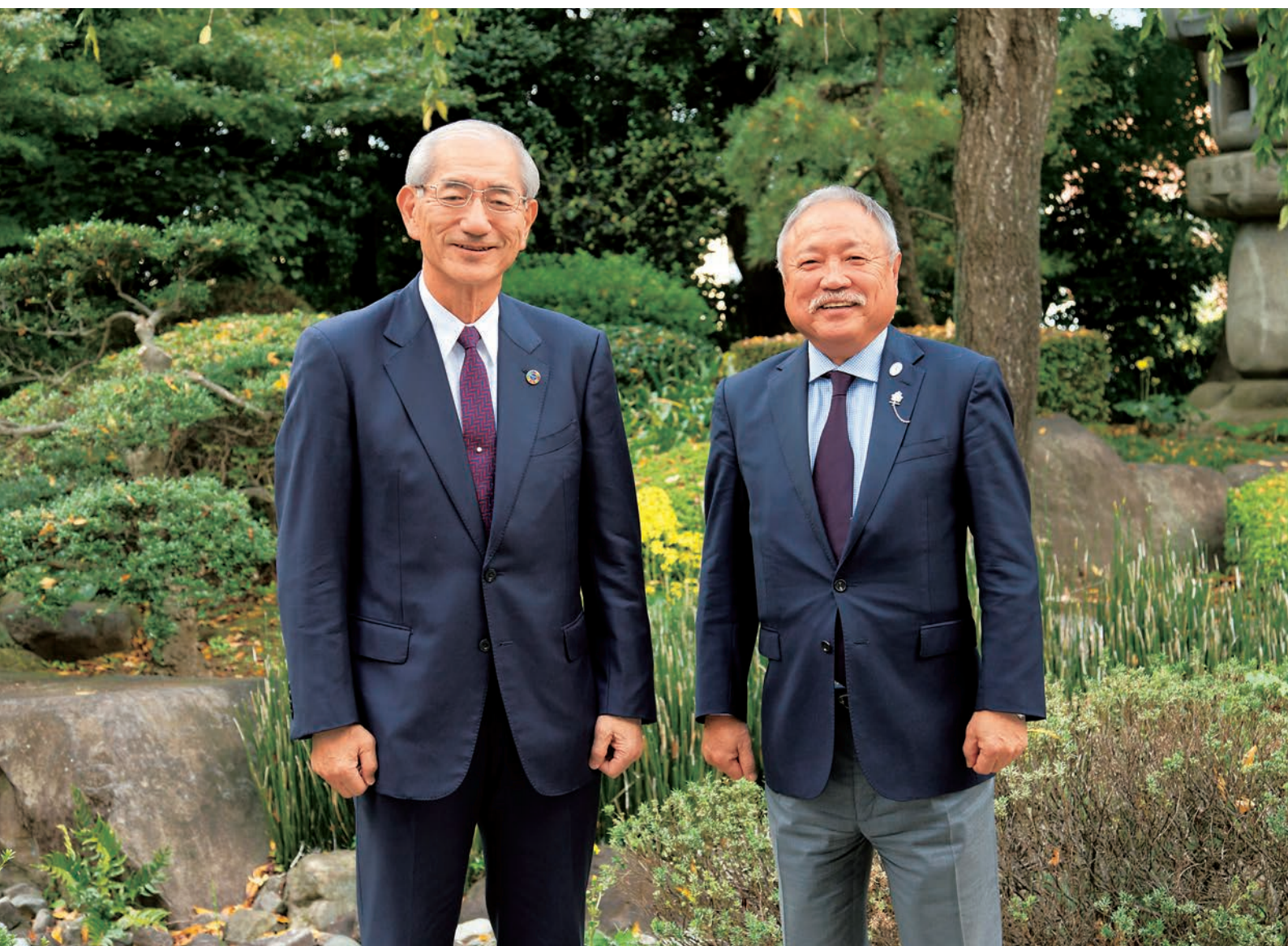
自律性・効率性を高めて「つくる力」の再構築を実施するために製鉄所の統合・再編成などの諸施策を実行しようとしているところです。最後に、事業環境の変化を受け止め果敢に挑んでいる日本製鉄に対し、OBとしてエールをいただけだと思います。

森 組織の大小にかかわらず、また組織がどう変わっていくとも、基本は人間です。議論した上で皆が1つの方向、1つの目標に向かって頑張っていくのが最高の姿だと全社員が思うことができれば、結果として強い組織になります。それは何千人でも何万人でも同じです。今回のワールドカップで、グラウンドの管理人や台風後のグラウンドの水を処理したボランティアを含め、ラグビーにかかわるいろいろな人たちがそれぞれの立場で1つの方向に向かって一生懸命やったことが、素晴らしい結果につながったと実感しました。日本製鉄もそういった組織として総合力世界ナンバーワンの鉄鋼メーカーになり、ますます活躍されることをOBとして陰ながら祈念させていただきます。

逆に、皆さんへのお願いとしては、トップリーグや学生などの国内リーグ戦を観戦いただくべく、ぜひスタジアムに足を運んでいただき、楽しんでラグビーを盛り上げていただきたいと思います。そして2023年のフランスワールドカップを皆で観に行きましょう(笑)！

進藤 本日のお話のなかで、明治大学よりも釜石時代のほうが練習はきつかったし、だからこそ7連覇できたというお話が心に響きました。私たちも事業環境が大きく変化する渦中にあって、一生懸命に加えて、自ら厳しさを持っていて臨んでいかなければなりません。森さんにおかれましては、今後の日本ラグビー界の発展に向けて先頭を走り続けていただきたいと思います。本日はお忙しいなか、お時間をいただきましたありがとうございました。

(この対談は、2019年11月14日に日本製鉄南平台公邸で開催されました)



電磁鋼板は魔法のシート

巨大な電磁鋼板のコイルが、製鉄所の倉庫で出荷のときを待っている。あの硬い鉄がバームクーヘンのような姿に巻かれている。厚さ200、250ミリのスラブと呼ばれる大きな鉄の塊を、上下のロールに挟んで押し延ばす圧延を行うことで、厚さはなんと0.2〜0.5ミリにまで薄くなるのだ。電磁鋼板は自動車やスチール缶、電気機器、鋼製家具などに使われる薄板の仲間だが、高い強度や加工性だけでなく、エネルギーロスを少なくする優れた磁気特性を持っている。一体どのようにつくり込まれているのだろうか。

「製鋼で調整する成分に始まり、板を薄く延ばす圧延の条件、板を熱処理する温度や時間といったさまざまな製造条件の組み合わせによって、鉄の結晶方位を制御し、一方に磁気特性の優れた方向性電磁鋼板と、ランダムな方向に磁気特性の優れた無方向性電磁鋼板をつくり分けています。お客様のニーズは多種多様で、使用環境に合わせた製品づくりを行っています」と電磁鋼板営業部の木曾耕一主幹が教えてくれた。お客様って、結構ないものねだりだけれど、どんなニーズに応えているのだろうか。

「例えば電車を動かすモーターの鉄心に、電磁鋼板が使われています。電車用モーターは、高速化を実現するための小型・軽量化や省エネ化、低騒音化、省保守化など、さまざまなニーズがあります。騒音を抑えたり、モーターの定期清掃をなくしたりするためには、モーターをケースに入れる全閉型が効果的ですが、この場合、モーター稼働時に鉄心などから生じた熱（エネルギーロス）がケース内にこもるため、併せて冷却装置も必要となり、小型・軽量化の観点では不利になります。これを両立する材料はないかとご要



望を受け、お客様とすり合わせながら、新しい製品をつくり上げていくのです」（木曾主幹）

今では、全閉型でありながら冷却装置を簡略化したモーターを搭載した電車が、都心のあちこちを走っている。そこに至るまでには、製造・販売・技術・研究の部門間連携が重要で、今でもたびたび製鉄所や研究所に足を運んでは、お客様のニーズに応える電磁鋼板の開発・供給について、製造・技術・研究部門と議論を重ねるという。

「お客様のファンになって、お客様の求める製品の提供を追求していくことが、営業の神髄だと思っています。その結果、世の中に新しい製品が出て、少しずつ社会が変わっていくことが最大の喜びです。また、東日本大震災の際には、日本製鉄の社会的使命の大きさを実感しました。原子力発電所が一斉に稼働停止となるなか、夏の電力不足を回避するため、老朽化などで休止していた発電設備の再整備が始まり、発電機用の電磁鋼板を短納期でお届けする必要が生じました。通常は発注から納品まで3カ月必要ですが、3月末に発注されて4月末のゴールデンウィーク前の納品が必須とされました。社内外の関係部署だけでなく、他のお客様に納期変更へのご協力をお願いするため、走り回りました。当時はかなりしんどかったのですが、今では社会貢献できたことに誇りを持っています」（木曾主幹）

目に見えない磁気力で、より多くの電気や動力を生み出すために、エネルギーロスを少なくする電磁鋼板は、社会に貢献し、まさにみんなを幸せにする「魔法のシート」なのだ。

（ライター 小平吾朗）

エッスール スチールの共同買収完了



AM/NS Indiaの外観

2019年12月16日、Arcelor Mittal (AM) と日本製鉄はEssar Steel India Limited (ESIL) の共同買収を完了しました。本買収は、両社の合弁会社を通じて実行され、ESILはArcelor Mittal Nippon Steel India (AM/NS India) として新たにスタートします。

AM/NS Indiaの共同買収・再生により、AMと日本製鉄はインド国内に鉄源一貫製鉄所を有する鉄鋼メーカーとして、拡大するインドの鉄鋼需要を中長期的に取り込むことが可能となります。両社はそれぞれの強みを活かし、AM/NS Indiaのポテンシャルを最大限に引き出し、競争力のある鉄鋼メーカーに再生させていきます。

H形鋼9製品が環境ラベルを初取得

日本製鉄は、(一社)サステナブル経営推進機構(SuMPO)が認証する「エコリーフ」環境ラベルを、H形鋼9製品※1で初めて取得しました。エコリーフはライフサイクルアセスメント(LCA)手法を用いて、資源採取から製造、物流、使用、廃棄・リサイクルまで、製品のライフサイクル全体を考えた環境情報を定量的に開示するEPD※2認証制度の1つであり、製品の環境負荷を客観的に評価することができます。



※1 H形鋼、ハイパービーム®、極厚H形鋼(NSGH®鋼含む)、NS-TWH®、H形鋼杭、I形鋼・溝形鋼、CT形鋼、ハイパービーム®CT形鋼、NSFR®鋼。

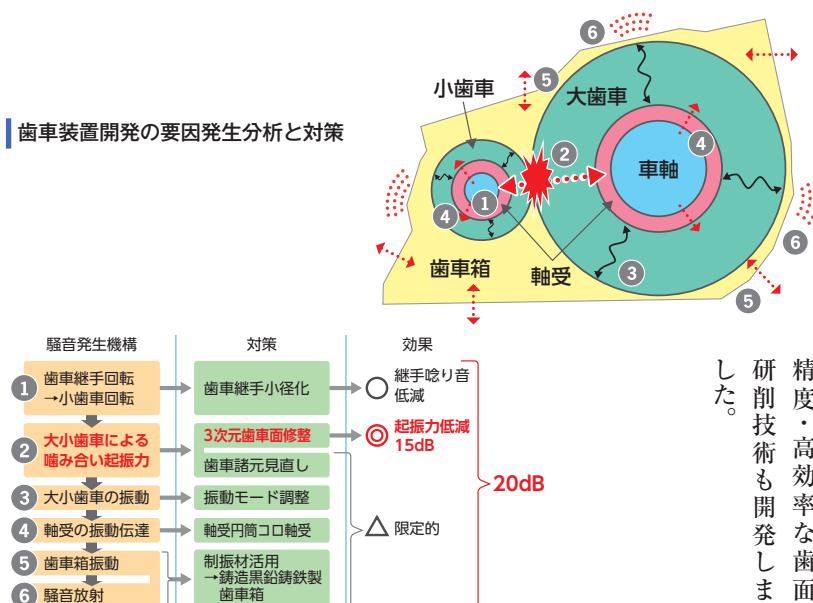
※2 ISO14025規格で規定されているタイプIIIの環境ラベル。定量的環境データを第三者機関が認証して開示するもの。

機械振興協会会長賞を2年連続受賞

日本製鉄は、第54回「機械振興賞」において「鉄道用低騒音歯車装置の開発」で機械振興協会会長賞を受賞、2月19日に表彰式が行われました。昨年に続き2年連続の受賞になります。今回受賞した開発では、小歯車と大歯車の実噛み合い率と接触率を踏まえた新手法に基づき、歯車の噛み合い音の原因である振動起振力を従来品の1/6とする3次元での歯車設計手法を確立。

ソフト開発による高精度・高効率な歯面研削技術も開発しました。

歯車装置開発の要因発生分析と対策



受賞概要

1	製造・生産プロセス部門 経済産業大臣賞 自動車部品の軽量化と材料使用量削減を可能とする超高強度鋼板の加工技術の開発
2	製造・技術開発部門 経済産業大臣賞 (アイシン・エイ・ダブリュ(株)、愛知製鋼(株)と共同受賞) レアメタルレスを可能にした次世代高強度鋼材 MSB20 と歯車の開発
3	製造・生産プロセス部門 優秀賞 LED ドットパターン投影方式平坦度計を用いた高強度熱延鋼板の高精度製造技術
4	製造・技術開発部門 九州経済産業局長賞 (今治造船(株)、海上・港湾・航空技術研究所、(一財)日本海事協会と共同受賞) 高延性厚鋼板の開発による船舶衝突安全性の向上

第8回「ものづくり日本大賞」で4件受賞

日本製鉄は、第8回「ものづくり日本大賞」において、経済産業大臣賞を2件、優秀賞、九州経済産業局長賞の計4件を受賞。1月27日に東京都内で経済産業大臣賞の表彰式と祝賀会が行われました。今回、日本製鉄が受賞した開発は左記のとおりです。



「自動車部品の軽量化と材料使用量削減を可能とする超高強度鋼板の加工技術の開発」の関係者

日本製鉄と日鉄防食(株)が開発したチタン箔による防食工法※が、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)の種子島宇宙センターで採用されました。本工法はチタン箔で水分や塩分といった劣化・腐食因子の侵入を完全に遮断し、塗膜劣化と鋼材腐食を抑制するため、①メンテナンスの省力化、②ライフサイクルコストの低減、③ロケット発射の定時性への貢献を図ることができます。



施工部

※ 基礎となる部材に厚さ0.1mmのチタン箔と厚さ0.75mmの基材テープからなるチタン箔シートを貼り付け、その上から塗装を行う複合施工



JAXA 種子島宇宙センター

チタン箔による防食工法が JAXA 種子島宇宙センターで初採用

HRX19®が豊洲水素ステーションに採用

日本製鉄と日鉄ステンレス鋼管(株)が製造・販売する高圧水素用ステンレス鋼「HRX19」が、1月16日に開所した「豊洲水素ステーション」に採用されました。今回 HRX19 の溶接施工を採用したことで、設備の鋼材重量低減・コンパクト化、安全性・メンテナンス性の向上を実現するとともに、高強度化による配管の薄肉設計で水素の高速充填を可能としています。



HRX19(左端)



10年連続「ECO・VC賞」金賞を受賞

日本製鉄は2019年度のパナソニック(株)主催のエクセレントパートナーズミーティングで「ECO・VC賞」金賞を受賞しました。本賞は、パナソニックグループの全購入先を対象に募集し、同社商品のCO₂削減や商品力強化に結び付く応募から、特に優秀と認められたものに贈られています。日本製鉄が提案した「高加工性白色ビュコート®」の適用で、同社での後塗装省略によるコストダウンや品質改善、生産性向上を実現したことが評価されました。

機材調達部 パートナー表彰

日本製鉄は機材調達部の2019年度最優秀パートナーとして、朝日スチール工業(株)、(株)奥村組、(株)ニッケンフェンス&メタルを表彰、記念の盾と賞状を贈呈しました。本賞は日本製鉄の品質改善やコスト改善に多大な貢献をいただいた取引先企業に対し、感謝の意を表するもので、さらなるパートナーシップの深化と広く優れた改善提案の活性化への期待を込めて、工場や職場を訪問し表彰しています。



広報誌バックナンバー

これまで鉄道、船、橋、缶、車などをテーマに特集を組んできました。QRコードを読み取ることで、バックナンバーをご覧いただけます。なお、定期送付ご希望の方は上記アドレスよりお申し込みください。

<https://www.nipponsteel.com/company/publications/quarterly-nipponsteel/index.html>

鉄でもりもり、
CO₂吸い吸い。



海で海藻などが吸収し固定するCO₂をブルーカーボンと呼び、この量を増やすことが地球温暖化防止につながります。コンブ等の海藻や多様な生き物を育む藻場「海の森」には、鉄分が欠かせない栄養素。日本製鉄は鉄づくりの副産物「鉄鋼スラグ」を活かして鉄分を供給する「ピバリー®ボックス」で、各地の海の森づくりに取り組んでいます。もともと地球資源の鉄は、100%のリサイクル性をはじめエコな素材。これからもさまざまな可能性を広げ、地球を元気にしていきたい。