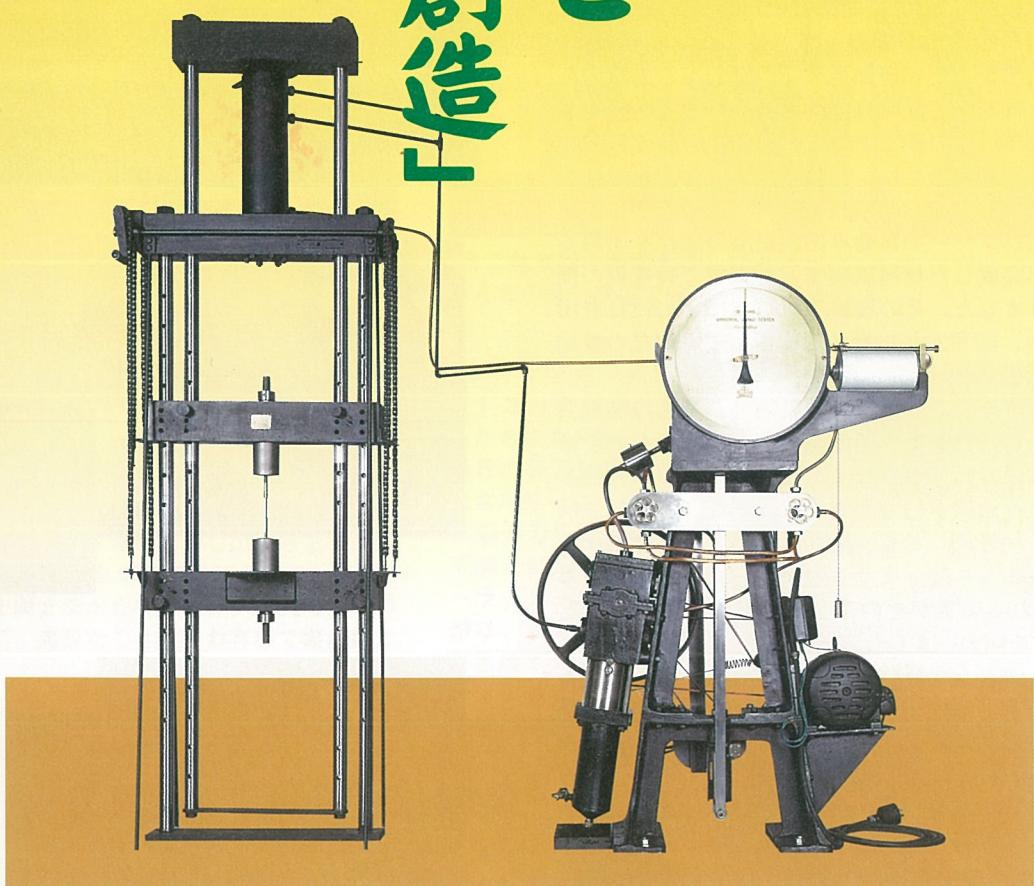




「モノづくり」と
「研究と創造」



CONTENTS

卷頭言 「鉄鋼材料展の開催にあたって」	2
記念館トピックス	2
研究と創造の広場 特別展特集「鉄鋼材料展」	4
鉄の不思議	5
鉄鋼の性質と用途	7
データ&インフォメーション	12

卷頭言

産業技術記念館理事
愛知製鋼（株）会長
大西 利美



鉄鋼材料展の開催にあたって

この度、産業技術記念館では第2回特別展として「鉄鋼材料展—鐵は金の王なる哉—」を開催することになりました。これは、トヨタ自動車（株）の創業者であり、また愛知製鋼（株）の創業者でもあります豊田喜一郎が、自動車事業への進出に際し、材料の特殊鋼の開発から始めた歴史に則して企画されたものであり、鉄鋼材料の様々に変化する性質と、その性質故に幅広く「モノづくり」に利用される有用性を、小学生をはじめとする若い方々に、実験や実演を通して体験しながら、ご理解いただくことを狙いとしています。

喜一郎は、昭和5年（1930）に開始した自動車の研究から、材料である鋼材の重要性を痛感していました。昭和8年に（株）豊田自動織機製作所に自動車部を設置して自動車の試作に着手すると同時に、世界的な鉄鋼の権威者である東北大学の本多光太郎博士の助言を得て、自動車の製作に欠かせない特殊鋼の開発のために、材料試験室と製鋼所の建設を計画しました。そして、翌昭和9年1月には製鋼部を発足させ、小型蒸気ハンマーで自動車用鍛造品の試作を始めるとともに、同年完成した材料試験室と製鋼所で特殊鋼の開発にとりかかりました。その製鋼部が昭和15年3月8日豊田製鋼（株）となり、昭和20年に社名を変更して、現在の愛知製鋼（株）となりました。

喜一郎が製鋼所を設置した当初の目的は、当時の製鋼会社が製造していない自動車専用の鋼種を開発するためであり、鋼材の自給は考えていませんでした。しかし、外注した鋼材の品質や寸法は不均一のため、同じ規格の材料を同じように加工、熱処理しても、実際に部品として使用すると歯車が丸坊主になってしまうものがあったり、輸入材なら1日に30枚削れる歯車がその半分も削れないということで、様々な苦労を味わいました。

喜一郎は、そのような経験から鋼材の自給を図るとともに、デュラビリティ（耐久性）とマニビリティ（被削性）を備えた鋼材を求めたのであり、昭和15年5月発行の「国産自動車は完全なものが出来るか」という小冊子では「然しこの点に於ける技術的研究は我国ではまだ実質的には進歩して居ない様ですから、学術的研究を基として実地に応用して見るより仕がないと思います」と述べています。愛知製鋼では、そのような創業者の考えを引き継ぎまして研究開発に努め、削りやすい快削鋼、熱処理を簡素化できる非調質鋼、さらに、三元快削非調質鋼などを次々と供給してまいりました。

しかし、鉄鋼材料は理論的にはさらに高い強度を秘めていますので、私どもは、今回の鉄鋼材料展の開催を機に、改めて鉄鋼材料の重要性を認識し、創業者が追求したデュラビリティとマニビリティをさらに向上させるため、より一層の研究開発に努めてまいる所存であります。

記念館トピック

第3回夏休みワークショップ

産業技術記念館で恒例の「夏休みワークショップ」が開かれた8月3日（土）・4日（日）の両日は、参加してくれた729人のみなさんの熱気が伝わったのか気温もぐんと上がり、夏休みらしい元気な声が会場にあふれました。



ワークショップのメニュー

- ・ミニシリンダーブロックのベン立てづくり
- ・ミニ旋盤によるこまづくり
- ・ミニソーラーカーづくり
- ・有松・鳴海絞りのハンカチづくり
- ・デニムのエプロンづくり



屋外レストラン

夏休みイベントのもうひとつの目玉は、期間限定の「屋外レストラン」。

ライトアップされたレンガ壁が醸し出すちょっと幻想的なムードは、なかなか他では味わえないもの。生バンド演奏を聞きながらバイキング形式の食事ができるとあって、連日たくさんのお客様で賑わいました。

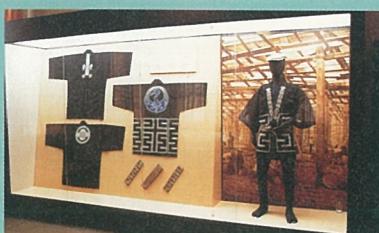


「モノづくりワークショップ」では、デニムのエプロンやミニシリンダーブロックのベン立て、小さいながらも一人前の作業ができるミニ旋盤でつくるこまなど本格的な「モノづくり」体験に、みんなの目は真剣そのもの。



「ミニ熱気球を飛ばそう」コーナー。
みんなの熱い視線で気球があがるかな？

「ソーラーカーに乗ろう」コーナーは、子どもたちに大人気。連日の好天に恵まれてエネルギーは十分。太陽の力を電気にかえて静かに走っていくソーラーカーに乗った感想は、満足？それとも不思議？



■しるし半纏

大工仕事などの作業時に着用した大正時代の半纏。

故木村重一氏が豊田家から贈られ大切に保存していたものを、新たにトヨタグループ館に展示しました。



■ソーラーカー展示

オーストラリアラリーにスターリングエンジンを搭載してユニーク賞に輝いたアイシングソーラーカー「アイソル」と、最高速120Km/hを誇る「アイソル2」を夏休みイベントに合わせて7/24～8/4の期間展示しました。



■最新型の衝突実験車を展示（期間限定）

GOAボディ、運転席・助手席エアバッグに加えてサイドエアバッグを加えたトヨタマークIIの正面オフセット衝突（前面の左右のいずれかのみが衝突するケース）、チェイサーの側面衝突実験車を9/5の新車発表と同時に展示。最新の安全技術を紹介しています。

特別展特集「鉄鋼材料展」—鐵は金の王なる哉—

平成8年10月1日～11月4日、産業技術記念館特設会場

はじめに

トヨタ自動車の創業者である豊田喜一郎は、昭和8年（1933）に（株）豊田自動織機製作所内に自動車部を設立し、自動車の試作を開始した。しかし、当時の材料の特殊鋼は形状が不揃いであり、同じ規格の材料でも硬軟と性質がさまざまだったので、歯車などの部品の製造には大変な苦労が伴った。喜一郎は、世界的な鉄鋼の権威者である本多光太郎博士に相談して、自動車用特殊鋼の開発のために製鋼所建設を決意し、昭和9年（1934）に完成させた。その製鋼所が現在の愛知製鋼のもとになった。鉄鋼材料は、成分や加熱・冷却の方法でいろいろな性質に変化する大変い道の広い材料である。本多博士は、その有用性を「鐵は金の王なる哉」と表現したが、喜一郎が材料の特殊鋼で苦労したのも、逆にその鉄鋼のさまざまに変化する性質が原因であったともいえよう。

今回の鉄鋼材料展では、鉄鋼のさまざまな性質を体験していただき、「金の王」としての役割と、その性質を解明しながら基礎の材料を開発して自動車技術を築き上げていった、喜一郎の「研究と創造の精神」をご理解いただくために開催した。



豊田喜一郎 (1894~1952)

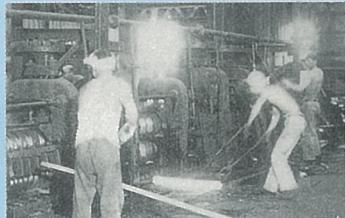
製鋼業に関する喜一郎の考え方

喜一郎が自動車の製作のために製鋼所を設けた当初の目的は、製鋼会社が作らない特殊な材料の研究のためであり、自給のためではなかった。しかし、自動車製造設備が整うに伴って、材料の寸法や材質の不均一に起因する、設備破損、加工能率低下、品質不良といった不具合が発生したことから、自動車産業確立のためには「マシナビリティ」（被削性）と「デュラビリティ」（耐久性）の良い鋼材を自給する必要があるとの考え方へ変わっていった。以下に紹介するのは喜一郎の考え方方が述べられている手記である。



喜一郎の考え方を記した資料

- ①自動車材料用 製鋼工業の強化に就て
- ②日本の製鋼工業の現状と豊田製鋼株式会社設立の意義
- ③国産自動車は完全なものが出来るか ((二) 製鋼材料と鍛造と焼入れ)
- ④国産自動車の完成を期して ((三) 材料上の諸点)



豊田自動織機製鋼所時代の圧延工場



現在の大断面ブルーム連続鋳造設備

豊田喜一郎年譜

年号	主な事柄
明治27年(1894)	静岡県浜名郡吉津村(静岡県湖西市に誕生)
大正2年(1913)	市立中学校名古屋市卒業
6年(1917)	第二高等学校仙台市卒業
9年(1920)	東京帝国大学工学部機械工学科卒業
10年(1921)	豊田紡織(株)入社、歐米視察
10年(1921)	欧米より帰国、紡織機の研究開発に従事
13年(1924)	G型自動織機完成
14年(1925)	杼換式自動織機特許(65156)登録
15年(1926)	(株)豊田自動織機製作所設立、常務取締役技師長に就任
昭和4年(1929)	G型自動織機の英米社との自動織機の特許交渉のため渡英、欧米自動車工業視察
5年(1930)	欧米より帰国、小型ガソリンエンジンの研究開始、父佐吉逝去
6年(1931)	ハイドロフレンジ精結機完成
7年(1932)	(株)豊田自動織機製作所に自動車部新設、乗用車試作開始、製鋼所着工
8年(1933)	A型試作乗用車完成、G型トランク発売
9年(1934)	A型乗用車発売、G型トランク発売
10年(1935)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、スバルハイドロフレンジ精結機完成
11年(1936)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
12年(1937)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、スバルハイドロフレンジ精結機完成
13年(1938)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和14年(1939)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和15年(1940)	トヨタ自動車工業(株)設立、常務取締役技師長に就任
昭和16年(1941)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和17年(1942)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和18年(1943)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和19年(1944)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和20年(1945)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和21年(1946)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和22年(1947)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和23年(1948)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和24年(1949)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和25年(1950)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和26年(1951)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売
昭和27年(1952)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任、トヨタ自動車工業(現本社工場)完成、G型トランク発売

愛知製鋼略史

年号	主な事柄
昭和8年(1933)	豊田喜一郎、材料試験室・製鋼所建設計画に着手
9年(1934)	(株)豊田自動織機製作所 製鋼部発足、材料試験室・製鋼所完成
10年(1935)	製鋼所拡張(300坪)、自動車部品37種別21種、鋼種別65種
11年(1936)	台分(1月)トヨタ自動車奉母工場建設に鋳筋用丸棒を供給
12年(1937)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
13年(1938)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
14年(1939)	豊田製鋼(株)現愛知製鋼(株)設立、生産能力430トン/月
15年(1940)	生産能力430トン/月
16年(1941)	知多工場稼働開始、生産能力1800トン/月
17年(1942)	社名を愛知製鋼(株)に変更
18年(1943)	社名を愛知製鋼(株)に変更
19年(1944)	社名を愛知製鋼(株)に変更
20年(1945)	社名を愛知製鋼(株)に変更
21年(1946)	社名を愛知製鋼(株)に変更
22年(1947)	社名を愛知製鋼(株)に変更
23年(1948)	社名を愛知製鋼(株)に変更
24年(1949)	社名を愛知製鋼(株)に変更
25年(1950)	社名を愛知製鋼(株)に変更
26年(1951)	社名を愛知製鋼(株)に変更
27年(1952)	社名を愛知製鋼(株)に変更
昭和28年(1953)	豊田喜一郎、材料試験室・製鋼所建設計画に着手
昭和29年(1954)	(株)豊田自動織機製作所 製鋼部発足、材料試験室・製鋼所完成
昭和30年(1955)	製鋼所拡張(300坪)、自動車部品37種別21種、鋼種別65種
昭和31年(1956)	台分(1月)トヨタ自動車奉母工場建設に鋳筋用丸棒を供給
昭和32年(1957)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和33年(1958)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和34年(1959)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和35年(1960)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和36年(1961)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和37年(1962)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和38年(1963)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和39年(1964)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和40年(1965)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和41年(1966)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和42年(1967)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和43年(1968)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和44年(1969)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和45年(1970)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和46年(1971)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和47年(1972)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和48年(1973)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和49年(1974)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和50年(1975)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和51年(1976)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和52年(1977)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和53年(1978)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和54年(1979)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和55年(1980)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和56年(1981)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和57年(1982)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和58年(1983)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和59年(1984)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和60年(1985)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和61年(1986)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和62年(1987)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和63年(1988)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和64年(1989)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和65年(1990)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和66年(1991)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和67年(1992)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和68年(1993)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和69年(1994)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和70年(1995)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和71年(1996)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和72年(1997)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和73年(1998)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和74年(1999)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和75年(2000)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和76年(2001)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和77年(2002)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和78年(2003)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和79年(2004)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和80年(2005)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和81年(2006)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和82年(2007)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和83年(2008)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和84年(2009)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和85年(2010)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和86年(2011)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和87年(2012)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和88年(2013)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和89年(2014)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和90年(2015)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和91年(2016)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和92年(2017)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和93年(2018)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和94年(2019)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和95年(2020)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和96年(2021)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和97年(2022)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和98年(2023)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和99年(2024)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和100年(2025)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和101年(2026)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和102年(2027)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和103年(2028)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和104年(2029)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和105年(2030)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和106年(2031)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和107年(2032)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和108年(2033)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和109年(2034)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和110年(2035)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和111年(2036)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和112年(2037)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和113年(2038)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和114年(2039)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和115年(2040)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和116年(2041)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和117年(2042)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和118年(2043)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和119年(2044)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和120年(2045)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和121年(2046)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和122年(2047)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和123年(2048)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和124年(2049)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和125年(2050)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和126年(2051)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和127年(2052)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和128年(2053)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和129年(2054)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和130年(2055)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和131年(2056)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和132年(2057)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和133年(2058)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和134年(2059)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和135年(2060)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和136年(2061)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和137年(2062)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和138年(2063)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和139年(2064)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和140年(2065)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和141年(2066)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和142年(2067)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和143年(2068)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分離、独立を決定
昭和144年(2069)	愛知県知多郡上野村現東海市に知多工場建設を決定、製鋼部門の分

本多光太郎博士 (1870 ~ 1954) 愛知県が生んだ世界的な鉄鋼の権威者



本多光太郎博士は、明治3年(1870)に愛知県碧海郡矢作町(現岡崎市)の農家に生まれた。高等小学校卒業の後、明治用水の通水で広がった農地の開拓を手伝っていたが、17歳で上京、進学した。東京帝国大学物理学科、同大学院で学び、理学博士となって独、英に留学、明治44年(1911)には東北帝国大学教授となり、同大の金属材料研究所長や総長を歴任した。その間、磁気現象の研究から、鉄の磁性や磁気変態の研究へと進み、鉄の変態を理論的に解明するという物理冶金分野での偉業をなしとげ、さらに、当時としては画期的な強さの磁力を備えたKS磁石鋼を発明した。また、同博士は特殊鋼の製造に関して豊田喜一郎から相談された際に、「日本の現在の力で十分できる。外国人を雇う必要はない」と助言したと伝えられている。

鉄がさまざまな性質に変化して、いろいろな材料に広く用いられる有用性を表現する言葉として、鐵の字を金、王、哉の三つに分解した「鐵は金の王なる哉」を同博士はよく用いたとのことである。

本多光太郎博士ゆかりの品



研究ノート

安井曾太郎画伯による肖像画

KS磁石綱

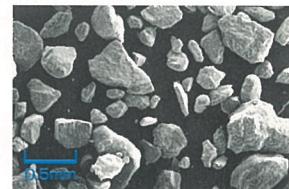
鉄の不思議

鉄は地球上のどこにでもある

砂鉄

海岸や川岸の砂の中には、砂鉄がある。これは、岩石の中に含まれていた小さな磁鉄鉱の粒が、岩石が風化や浸食により細かくくだけて砂になる過程で分かれて出てきたものである。高温の鉄が空気にふれると表面に鉄の酸化物である黒いさびができるが、磁鉄鉱はこの黒さびと同じもので、高温のマグマの鉄分が酸化してできた四酸三鉄(Fe_3O_4)である。磁鉄鉱は磁石につくばかりでなく、それ自体が磁石(磁力を持つ石)として天然に存在することがある。

地球上のほとんどの岩石の中には、磁鉄鉱が小さな粒となって含まれている。花崗岩は、長石、石英、雲母の小さな結晶が寄り集まってできた岩石で、肉眼で見えるごまのような黒い点は黒雲母であるが、さらに顕微鏡で拡大すると磁鉄鉱の小さな黒い粒を見ることができる。



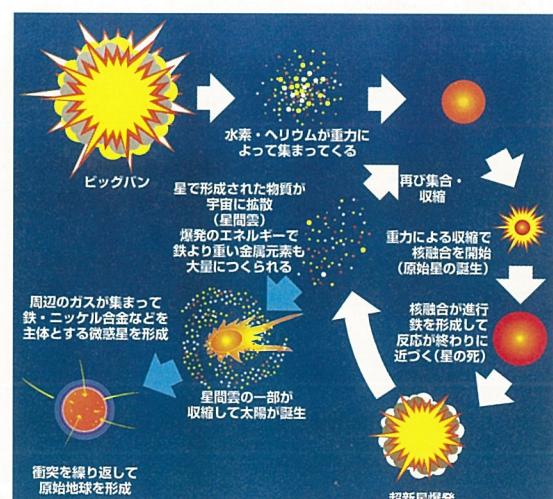
砂鉄の顕微鏡写真

地球の鉄はどこから来たか

150億年前の大爆発(ビッグバン)で宇宙が誕生した時には、水素と少しのヘリウムのガスが存在していた。これらのガスが重力により縮まってくると、中心部の温度と密度が非常に高くなり、水素の核融合反応が始まって原始星が生まれた。原始星の中では水素からヘリウム、ヘリウムから炭素と酸素というように核融合反応が進んだ。こうして次々に重い元素が合成されていった結果、鉄が形成されたのである。

鉄の原子構造は非常に安定しているため反応は鉄で終わりに近づく。しかし星の内部では重力と圧力のバランスが崩れて核融合の暴走が始まった末に超新星爆発を起こして、鉄を主体とする星の物質は宇宙に飛び散った。超新星爆発時の強力なエネルギーで、鉄より重い金属元素も大量につくり出された。これら星の物質はちりとガスからなる星間雲となった。

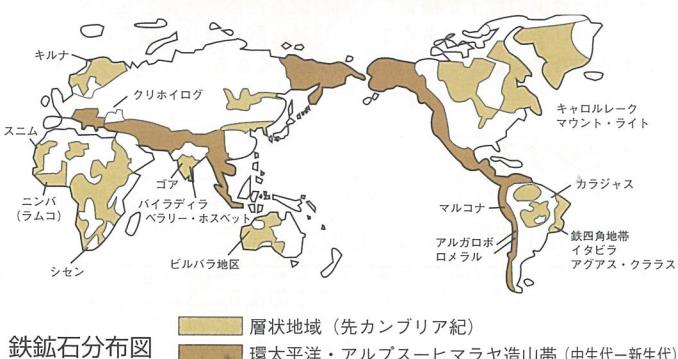
46億年前、銀河系の星間雲の一部が収縮して中心部が高温になり、原始太陽が生まれた。その太陽のまわりのガスが冷えて粒子になり、それらが集まって鉄・ニッケル合金や岩石、氷などを主成分とする微惑星ができ、微惑星が衝突を繰り返して地球や他の惑星となった。地球上の鉄は、このような宇宙創造から始まる遠大な過程を経ているのである。現在の地球軌道付近には微惑星があり、それが地球上に飛来したのが隕鉄(石)である。



鉄の埋蔵分布

38億年前の地球では、水蒸気、炭酸ガス、塩素ガス、亜硫酸ガス、窒素ガスからなる原始大気から、塩酸や硫酸を含んだ大量の酸性雨が降り注ぎ、地表の鉄を鉄イオンとして溶かし込みながら海になった。20億年前に海中にラン藻類が出現して光合成により気体酸素を出し始め、鉄イオンは酸化物となって沈殿し、海底に堆積した。この堆積物が地殻変動で地上に隆起し、鉄鉱床として世界各地に埋蔵、分布している。赤鉄鉱が圧倒的に多く、日本の輸入鉄鉱石の約80%を占めている。

鉄鉱石分布(主成分)	鉄含有量
赤鉄鉱 ($\alpha - Fe_2O_3$)	(50~65%)
磁鉄鉱 (Fe_3O_4)	(50~60%)
磁赤鉄鉱 ($\gamma - Fe_2O_3$)	(50~60%)
褐鉄鉱 ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$)	(30~55%)



鉄鉱石分布図

■ 層状地域 (先カンブリア紀)
■ 環太平洋・アルプスヒマラヤ造山帯 (中生代-新生代)

鉄の値段

1000円で買える鉄の針金の重さは、約2Kgであるのに対し、その他の物資の重さは右図の通りである。非常に有用な鉄がこのように安く手に入ることで、人々の生活が豊かになっているのである。

鉄の資源は地球上に大量に存在し、豊富な石炭で容易に還元溶解することができる。様々な用途に適応した幅広い性質を持つているうえに、製錬・製鋼技術の進歩に伴って、大量に、安く供給されるようになったことで、高い品質の鉄鋼材料はいたるところで使われているのである。



店頭で買った例

鉄は燃える

炭に火をつけると、空気中の酸素と結びついて燃え、光と熱を出す。酸素と結びつくことを酸化といい、酸化は燃える作用と同じである。金属の中にはナトリウムやアルミニウムのように酸化しやすいものから、金のように高温でも酸化しにくいものまであるが、鉄は簡単に酸化もするが還元(酸化物から酸素を除くこと)もしやすい。この適度な酸素との結合性が色々な面で活用されている。

使い捨てカイロ

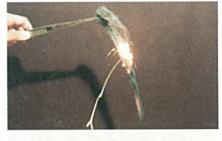
鉄が酸化して「さび」になる時に、55.8gあたり水 1ℓ を沸騰させることができるほどの熱 (96Kcal) を出す。その熱を利用したのが使い捨てカイロである。鉄を粉にして空気中の酸素に触れやすくするとともに、さらに酸化が進みやすいように活性炭、水、食塩などが混ぜ合わせるとカイロになる。

線香花火

線香花火は鉄粉を入れた花火で、鉄粉を燃えやすくするために、酸化剤や助燃剤(硫黄、炭素)が混ぜられている。火をつけると鉄粉が助燃剤とともに高温で燃焼し、その熱で燃えていない鉄粉も溶ける。さらに助燃剤としてまぜられた炭素が溶けた鉄の中で燃え、二酸化炭素(炭酸ガス)となって噴出するときに溶けた鉄の一部をはじき飛ばし、きれいな火花ができる。

スチールウールの燃焼

綿の繊維のようになった細い鉄の線でできたスチールウールは体積に比べて表面積が非常に大きいため、高温に熱せられると周囲の酸素と急激に反応して酸化され、光と熱を出して燃える。スチールウールの燃焼前の重さと、燃焼後のおよそ半分の重さをはかって比較すると、燃焼後のスチールウールの方が鉄と結合した酸素の重さだけ重くなっていることがわかる。



ガス切断

鉄が燃えて酸化物になる性質を鉄鋼材料の切断に利用したのがガス切断である。アセチレンガスを酸素で燃焼させた炎は3000℃以上の高温となるが、ガス切断用のアセチレン・酸素炎のトーチ(吹管)には、アセチレンを燃やすのに必要な酸素に加えてさらに余分な酸素を供給する。点火したトーチの炎(酸性炎)で、鉄鋼を900℃ほどに加熱すると同時に酸素を吹きつけると、鉄は酸素と化合して酸化物となり、噴流で吹き飛ばされて取り除かれる。この作用の連続で鋼材が切斷される。



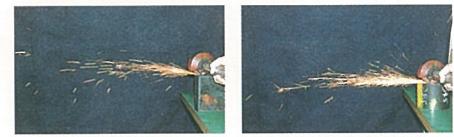
ガス溶接

鉄を燃やさないで高温に加熱すると溶解する。これを鉄鋼材料の接合に利用したのがガス溶接である。ガス溶接用のアセチレン・酸素炎のトーチ(吹管)は、アセチレンを燃やすのに必要なだけの酸素を供給し、中性の炎(中性炎)の高熱で溶接棒を溶かして、接合しようとする鉄鋼材料の間に溶接するのである。鉄鋼が溶ける温度は成分によって違い、純鉄は1535℃だが、炭素が多くなるほど鉄鋼の融点は下がり、炭素4%では1200℃ぐらいになる。



火花試験

回転するグラインダの砥石を鋼材に押し当てるとき、火花が発生する。砥石の粒子で削り取られた鉄鋼の薄片が、摩擦などの熱(700~900℃)により着火して空気中で燃えて融点以上の高温となり、溶けて光る球状の粒子となる。この粒子の内部の炭素が酸素と化合し、高温でガス化し、その圧力で鉄鋼の粒子が爆発して飛び散るため、火花となって見える。炭素分が多い鉄鋼ほど爆発で飛び散る火花が多くなって複雑な形になり、炭素分が少ないものは、溶けた粒子が飛行する時の流れのような単純な流線が多くなる。



鉄は変身する

肉眼で見るのはむずかしいが、鉄もミクロの世界で様々な変身(変化)をしている。いろいろな観察手段を使えばこれを知ることができる。

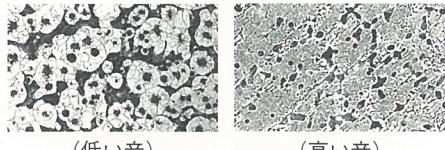
磁石に着かない鉄が着くようになる

ステンレス鋼には磁石に着かないものと着くものがあるが、着かないものの中でも、曲げたり叩いたりといった力を加えると、磁石に着くようになるものがある。この変化は、力を加えることによって磁石に着かないやや不安定なオーステナイト組織が、磁石に着く安定なマルテンサイト組織に変わるために起こる。これは高温の鋼を急冷して硬くする「焼き入れ」と同じ変化であり、液体窒素(-196℃)などで非常に低い温度に冷却しても、同じように組織を変えることができる。

同じ長さの鉄の鍵盤でも音が違う

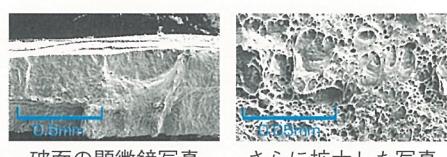
鉄琴は、同じ材質の長さが違う鉄製の鍵盤でできている。鍵盤の長さの違いが音程の違いとなり、長い鍵盤は低い音を、短い鍵盤は高い音を出す。また、成分や長さが同じ鉄でも音程が違うことがある。これは鍵盤の材料の成分が同じであっても、それぞれの組織が違っていることから起こる。

鉄の鍵盤の顕微鏡組織写真



鉄は加工によって硬く・もろくなる

鉄をはじめとする金属は、原子が並んで結合した結晶格子でできている。この格子には原子の並び方が乱れた部分が一部にあり、外から力を加えるとその部分から原子の結合がずれて格子は変形する。金属を曲げたり延ばしたりといった変形をさせることができるのは、このような結晶格子の性質による。外からの力が加えられる度に原子結合のずれは不規則に広がって格子がもつれ合い、変形に対する抵抗が大きくなるため、金属は硬く、もろくなり、さらに力を加えると折れてしまう(加工硬化)。



鉄は熱すると伸びる

鉄をはじめとする金属は、原子が並んで結合した結晶格子でできている。金属を熱すると格子点にある原子が激しく振動して振動の幅が大きくなるとともに、その幅の中心位置も広がり、原子(格子点)間の距離が大きくなってしまって、結晶格子は大きくなる。このようにして金属は熱で伸び、体積が大きくなる。これを熱膨張という。金属のボルトをあたためると、リングを通れなくなるので、ボルトが膨張したことがわかる。しかし精密な熱膨張測定装置を使うと、鉄が高温で変態[後述]するときの収縮などを観察することができる。



鉄鋼の性質と用途

鉄は金属の仲間

現在見い出されている107元素の内、約4分の3を占める80種類は金属元素であるが、実際に利用されているのは約30種くらいである。さらに単体で用いられるものは数種類しかないが、その中でも鉄の有用性は抜けている。金属の一般的な特徴は、柔らかく展延性に富む、電気や熱を伝えやすい、独特の色と金属光沢をもつ、他の金属等とよく混じり合って合金をつくる、などが挙げられる。これらの特徴は金属結合という金属固有の結合状態に起因するものである。

鉄にはさらに優れた様々な特徴がある。その中でも鉄が温度によって結晶構造を変える変態は、変態前後の鉄の結晶が炭素を溶かし込む量(炭素固溶量)の違いによる材質の変化を応用した、材料強化法として後で述べる「熱処理」の基本となるものである。

金属の結晶構造

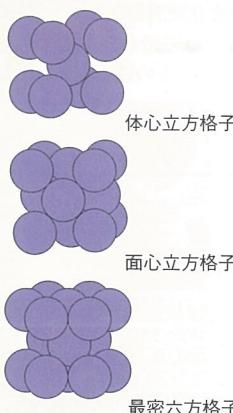
金属は微細な結晶の集まりでできている。結晶は原子が規則正しく並んで結合した格子状の構造で、電気・熱の伝導や展延性などが多いという金属の特長は、この構造に起因する。構造の種類には、体心立方格子(鉄、クロム、タンクステンなど)、最密六方格子(マグネシウム、ベリリウムなど)、面心立方格子(金、銀、銅、ニッケル、18-8ステンレス鋼、アルミなど)などがあり、多くの金属や合金、金属間化合物はこの三つの結晶構造を基本としている。鉄の結晶構造は温度によって体心立方格子や面心立方格子に変わる特徴があり、さまざまな性質の材料にすることができる。

金属は熱を伝えやすい

一般的に物質が熱を伝えるには、原子で構成される結晶格子の格子振動と伝導電子の移動の二つの働きがある。格子振動は熱で格子点の原子が激しく振動し、その振動が周囲の格子に波のように伝わって熱を伝えるが、伝導電子のない絶縁体では格子振動だけで熱を伝える。伝導電子を持つ金属では、温度が高くなると伝導電子の運動エネルギーが増し、その電子が低温側へ移動してエネルギーを伝え、温度を高める。金属は伝導電子の移動が格子振動の伝達より数十倍も早いため、早く熱が伝わるのである。

金属は電気を伝えやすい

金属の結晶格子を構成する各原子には、一つまたは複数の伝導電子(自由電子)があり、金属結晶の内部を自由に動き回っている。通常この運動は不規則であって電子全体が一定方向に動くことはないが、金属の両端についた電極に電圧の差が生じると、伝導電子は一定の方向に加速されて動き、電流となって流れ。また、結晶格子の振動や乱れ、不純物はその流れを妨げて電気抵抗の原因となる。なお、金属は加熱されると格子振動が大きくなるため、電気を伝えにくくなる性質がある。



熱伝導率(W/m·K)



電気伝導率($\Omega \cdot m$) $^{-1}$



金属は伸びやすい

金属には力を加えると伸びたり曲がったりするなど、変形しやすい性質がある。この変形は金属の結晶格子を構成する格子面が互いにずれる（すべる）ことによって起こり、格子構造の中で原子の並びがもっとも密になった部分がすべり面となる。すべる運動は結晶の表面や粒界、結晶内部の格子の乱れなどを発生源として起こり、順繰りに原子の結合をつなぎ変えて結晶の端まで到達し、全体として格子がずれて変形が起る。金は金属の中でも最も展延性があり、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 程度の箔となって光を通し、その透過光は緑色である。

**金属の重さの違い**

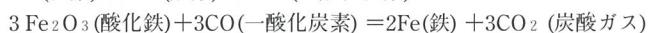
同じ大きさの金属のかたまりでも、原子量や結晶構造の違いによって、それぞれ重さが異なる。

〈原子番号順の金属の密度比較 (g/cm³)〉

マグネシウム	1.74
アルミニウム	2.70
チタン	4.50
鉄	7.87
ニッケル	8.90
銅	8.96
亜鉛	7.13
銀	10.49
タンクステン	19.30
鉛	11.36

鉄の種類と性質**精錬及び製鋼の原理と変遷****鉄鉱石を精錬する原理**

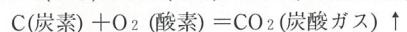
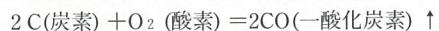
溶鉱炉内に空気を吹き込んで炭素（コークスや木炭）を燃焼させて鉄鉱石を高温にし、鉄と酸素が結びついた酸化物（鉄鉱石）から炭素との反応によって酸素を取り除き（還元し）、金属鉄を取り出すのが、鉄鉱石の精錬である。炉内では複雑な反応が進むが、要約すると次の化学式で表される。

**鉄鉱石精錬の変遷**

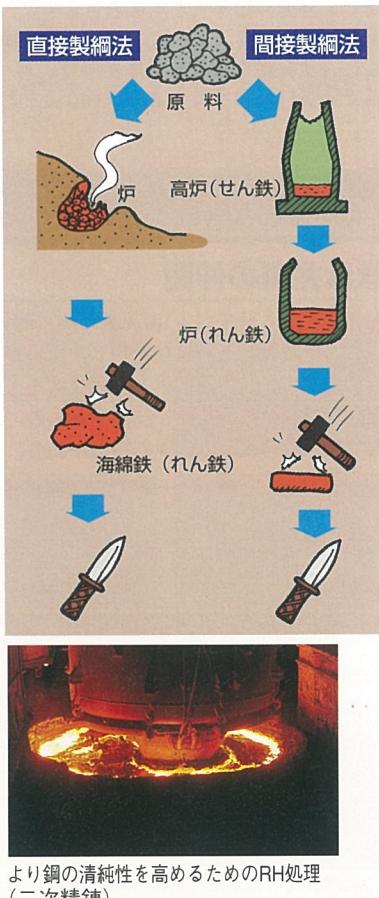
鉄の精錬方法の変遷は、鉄鉱石を高温に熱するための送風装置、炉体形状、燃料などの変化に見ることができる。送風装置や炉体は、自然通風の利用に適した傾斜地のトンネル形・円筒形の炉（例：野たらたら）、人力による足踏吹子や天秤吹子を用いた箱形・船形の炉（例：永代たらたら）、水車などの動力による機械吹子を用いた円筒状の高炉などから現在の大型高炉へと変化してきた。溶解・還元用の燃料は古くは全て木炭であったが、18世紀に英国で石炭からくるコークスの利用に成功し、鉄鋼の大量生産への道が開かれた。

製鋼の原理

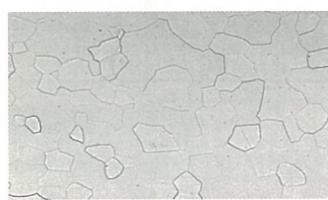
鉄鉱石を高炉で精錬した鉄は銑鉄と呼ばれ、炭素分が3~4.5%と多く、硬くてもろいため鍛造することができないので、鋳物に使われる。銑鉄を鍛造に使える鋼にするために酸素を供給し、銑鉄の中の炭素を酸化して取り除く必要がある。炭素を取り除く脱炭反応は、以下に示す化学式で表される。また製鋼では、さらに他の不純物も酸化によって取り除かれる。

**製鋼の変遷**

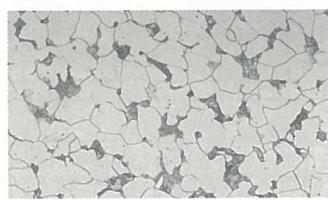
鉄鉱石から鋼をつくる製鋼法には、鉱石を直接鋼にする直接製鋼法と、鉱石を一度銑鉄にしてから鋼にする間接製鋼法がある。鉄鉱石を溶かすだけの高熱を得られなかった時代には、鉱石は半ば溶けた状態で還元されて、多くの不純物を含む海綿状の鋼（海綿鉄）となり、それを加熱して打つ鍛練の繰り返しで不純物をしぶり出していた。たらたら製鉄の玉鋼は直接製鋼法の一例である。14世紀頃に高炉で銑鉄ができるようになり、18世紀にパッドル法、19世紀後半にはベッセマーの転炉法や、平炉法、電気炉法などの間接製鋼法が確立した。

**鉄鋼の組織（炭素量による組織の違い）**

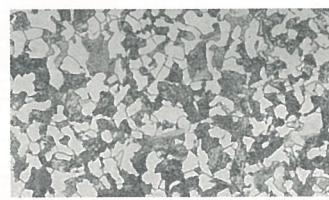
鉄は炭素と結びつきやすく、炭素を溶かし込んだ結晶組織、炭素と化合した組織（炭化鉄 Fe_3C 、セメンタイト）、炭素が黒鉛として析出した組織などになる。また鉄の結晶構造は温度によって面心立方格子や体心立方格子に変化するとともに、その変化に伴って結晶内に溶け込む炭素量も変わることから、炭素の含有量によって、鉄の結晶、硬い物質の化合物 Fe_3C （セメンタイト）、軟らかい黒鉛などが混じった組織などをつくるため、鉄の性質はいろいろと変化するのである。炭素量の違いによる、鉄の組織の違いを示しているのが下の顕微鏡写真である。



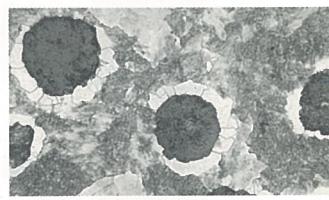
0.003%炭素鋼



0.15%炭素鋼



0.45%炭素鋼



球状黒鉛鉄

炭素量が0.02%以下の鉄は、結晶中に炭素を含んだ鉄の結晶（フェライト）の組織。

炭素量が多くなると、セメンタイトとフェライトの層状混合組織（パーライト）がフェライト（白い部分）中に現れ、炭素量が多くなるに従ってパーライト（濃い色の部分）が多くなる。（亜共析鋼）

鉄（溶湯）をマグネシウムなどで処理することにより、炭素は球状の黒鉛としてパーライトとフェライトの混合組織の中に析出する。

鉄鋼の強さ(炭素量と強さ)

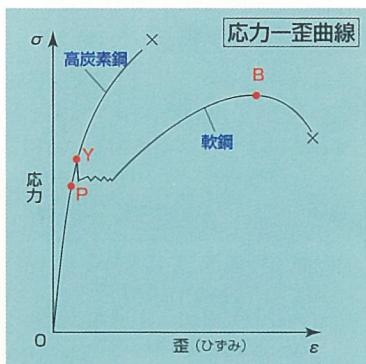
鉄は炭素量が多くなると硬く、強くなつて、曲がりにくくなる。同じ太さ、長さの材料であつても、炭素量の違いによって強さが違ひ、同じ重量の重りをかけても強さの違いで曲がり方も異なつてくる。鉄鋼の強さ(機械的特性)は専用の試験機を用いて調べる。中でも静的引張特性は機械的特性の基本となるものである。

軟钢板試験片を引張試験機を用いて引張り、応力(加えられた力)とひずみ(変形)の関係を求める。右図のような曲線が得られる。図中の各点の特性からその材料の特性を知ることができる。

P: 比例限度 ここまででは応力(σ)とひずみ(ϵ)が完全な比例関係を保ち、応力を0にすればひずみはもとに戻る。

Y: 降伏点 この点にいたると軟鋼では急にひずみが増大し、応力を0にしても変形が残ってしまう。

B: 引張り強さ 破断に至る前に応力が最高値に達する点で、このときの応力の値を引張強さという。



自動車の鉄鋼材料部品

鉄の性質と自動車部品

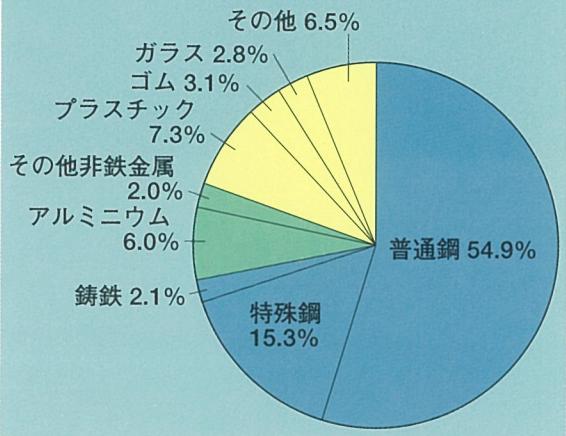
自動車用部品の大部分は鉄鋼材料でできている。鉄鋼材料は炭素量が少ないと強度は低くなるが、粘り強くなり、冷間での加工性はよくなる。炭素量が多くなると強度が高まり、冷間加工性は低下するが、焼入れによる硬化の程度は大きくなり、耐摩耗性が良くなる。自動車の部品では、さまざまに変化する鉄鋼材料の性質に応じて、それぞれの用途に利用している(P11の表参照)。

自動車を構成する材料(鉄鋼材料以外)

自動車工業は総合産業といわれるように、さまざまな材料が用いられている。とくに、電気や熱の伝導性に優れた銅やアルミニウムはその性質に適した用途に用いられ、さらに軽量化のために、アルミニウムやプラスチック(合成樹脂)の使用が増えているが、鉄鋼材料が主力であることに変わりはない。



自動車を構成する材料



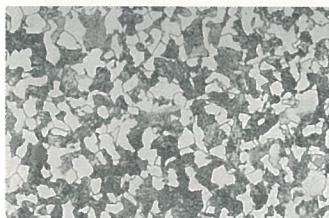
熱処理による材質の制御

鋼材は熱してから冷やすことによって、材質をさまざまに変えることができ、これを熱処理といふ。熱処理は加熱温度と冷却速度によってその効果が現れる。

鋼材の焼入れ、焼戻しによる組織の変化

炭素を適度に含んだ鋼材は、適切な加熱と冷却による焼入れによって、大変硬く、強くなる。鋼材を723°C以上に熱すると鉄の結晶構造が変化し、体心立方格子のフェライトから面心立方格子のオーステナイトになる。オーステナイトはフェライトよりも多くの炭素を溶かすことができる。高温のオーステナイトを水や油で急冷すると、多くの炭素を含んでいるために変形を生じた体心立方格子のマルテンサイトになる。マルテンサイトは、硬くてもろい組織であり、この組織を鋼材に作り込む操作を焼入れといふ。その後、再加熱して硬さを下げ、ねばり強さを持たせる操作も行われる。これを焼き戻しといふ。

熱処理による組織の違い(炭素鋼S45Cの顕微鏡写真)



圧延のまま

フェライトとバーライトの混合組織

球状化焼きなまし

鋼材を所定の温度に加熱し、一定の温度に保持した後、徐冷するとセメントサイトが球状に折出する。

焼入れ

高温に加熱し、オーステナイトにして、急冷するとマルテンサイト組織になる。

焼戻し

マルテンサイトを再加熱して、早く冷却するとフェライトとセメントサイトが微細に混合したソルバイト組織になる。

熱処理の種類と性質

耐摩耗性が必要な歯車などの部品は、表面だけを硬くし、内部は粘り強さを保った状態にして破損しにくくするために、表面硬化熱処理を行う。

熱処理の種類

処理区分	加熱温度の例	冷却速度	効果
焼ならし	800°C以上	やや早く	結晶粒の均一化
焼入れ	//	非常に早く	硬くなる
焼もどし	700°C以下	早く	ねばり強くなる
焼なまし	790°C	ゆっくり	軟らかくなる

表面処理の種類

処理方法	加熱温度の例	雰囲気・冷却	効果
ガス浸炭焼入れ	900~950°C	ブタン変成ガスで浸炭後、焼入れ	表面を高炭素化し、焼入れ硬化
ガス軟窒化	570~580°C	ブタン変成ガスにアンモニアガスを添加	表面に窒素を侵入させて硬化
高周波焼入れ	850~950°C	誘導電流で加熱、水噴射冷却で焼入れ	炭素鋼の表面だけを焼入れ硬化

鉄鋼製品の加工

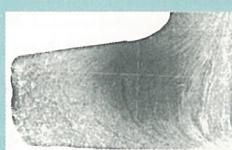
鉄鋼材料から製品を作るためにはいろいろな加工法がある。製鉄会社から購入した板や棒材などを、工具や型を用いて変形させる、前加工した素材を削る、原材料を加熱溶解させて型に流し込む、金属粉末等の原料を焼き固めて形を作る等、様々な方法が用いられている。機械加工の場合は削れやすさ（被削性）も加工の問題として重要になる。

鋳造

1500°Cほどの高温で溶けて流れやすくなつた鉄鉱（溶湯）を、砂でできた鋳型の中に注ぎ込んでつくる加工を鋳造といふ。鋳造では、溶湯が鋳型のすみずみにまで行きわたって健全な鋳物ができるよう、溶湯の流れ道や、溶湯に圧力をかけたり、冷えて収縮した時に供給したりする溶湯のたまり場を設けるなど、さまざまな工夫がなされている。

鍛造

鋼材に工具で力を加えて変形させ、必要な形にする加工を鍛造といふ。鋼材を加熱して加工するのが熱間鍛造と温間鍛造、常温で加工するのが冷間鍛造である。鋼材には圧延などによって形成された纖維組織があり、鍛造によって鋼材が変形されると、その纖維組織が鍛造品の表面形状に沿って連続した鍛造線をつくる。この鍛造線が鍛造品を強くしておあり、他の金属加工法にない特徴である。



鍛造線の例

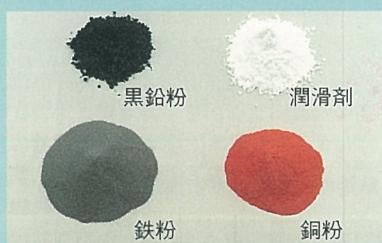
成形（板金）

鋼板に工具で力を加えて変形させ、必要な形にする加工を板金加工といふ。金型で力を加えて成形するプレスもその加工の一つであるが、金型を使用しなくともハンマで鋼板を打ちながら延ばしていく様な形にすることができる。



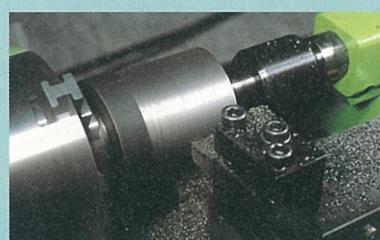
粉末冶金

鉄粉に銅粉や黒鉛粉などを混ぜた粉末材料を金型で圧力をかけて機械的に結合した圧粉体をつくり、それを1000~1150°Cで加熱して粉末粒子を金属的に結合させて鉄鋼製品にする加工を粉末冶金（焼結）といふ。粉を焼き固めてつくる焼結部品には粉と粉のすきま（空孔）が残る。空孔は含油や溶浸などに適しているが、力がかかる部品では弱点となるので、空孔をなくして強くするために熱間で鍛造したものを焼結鍛造といふ。



被削性

鉄鋼材料は、組織の違いによって削れ方も異なる。鉄鉱は炭素分が多く、一部の炭素は黒鉛の結晶となっているため、もろくて軟らかく、工作機械の工具（刃具）で削ると削り屑（切粉：きりこ）が小さな破片となる大変削りやすい材料である。鋼は炭素が鉄と溶け合ってねばり強いため、切粉は連続して発生しやすくなる。



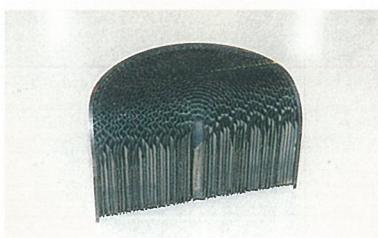
鉄鉱



鋼

新しい鉄鋼材料

鉄は強い素材で、安く大量に利用できる長所がある反面、重くて錆びやすいという短所がある。今後の鉄鋼材料の利用としては、鉄の強さをさらに高めるとともに、薄い材料にして重さを克服し、さらに耐蝕性のある金属や物質との複合化によって錆びやすさを抑える方向が考えられている。その一例として、合金化や高純度化による鋼の性能改善、鉄の結晶構造や変態の特徴を利用した性能向上、異種金属・材料の特徴を生かす複合材料化などが挙げられる。



触媒担体用ステンレス鋼ハニカム



油井用電縫钢管

極厚鋼板
(厚さ300mm)

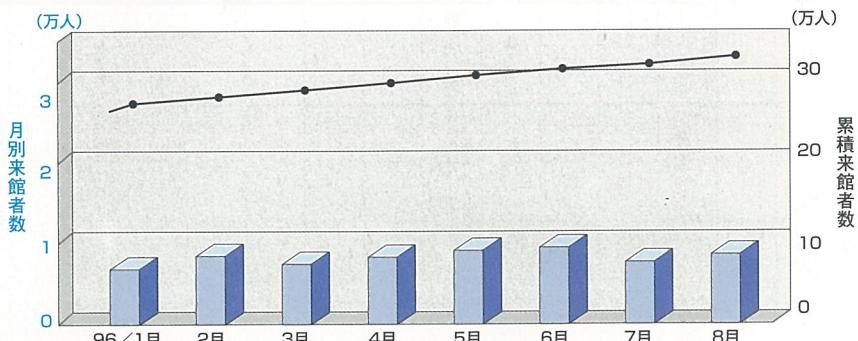
区分	材料名	合金成分%										性質	用途・製品例
		炭素%	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	その他金属元素	P	S	N		
純鉄	電磁軟鉄(低炭素鋼板)	<0.01	0.10	0.05	<	~	~	~	<0.01	0.02	~	純鉄は透磁率が高いが、工業的に製造するのが困難なため、純鉄に近いものを電気材料として使用。	
	冷間圧延鋼板(SPPC/D/E)	<0.08	0.04	0.35	<	~	~	0.02<Al<0.08	<0.02	0.02	5	低炭素鋼を用いて、冷間圧延で製造した厚さ0.07~3.2mmの鋼板、焼純により成形性に優れ、外板や深絞り加工用に使用。	ボーネー、エキソーストパイプ、オイルパン、オルタネータモーターの磁極
	高張力冷間圧延鋼板(SPHC35/35BH/40~80)	<0.18	0.75	1.60	1.30	1.50	1.70	<0.15	0.03	0.04	5	低炭素鋼を添加した冷間圧延鋼板で引張り強度が必要なボーネー、エキソーストパイプ	ボーネー(ドアアーチ、ドアインバグトビーム
	熱間圧延鋼板(SPHC/D/E,SAPH310/370/400/440,SPFH490/540/590)	<0.20	1.50	3.00	<	~	~	Al<0.10	<0.05	0.05	0	低炭素鋼を用いて、熱間圧延で製造した厚さ1.6mm以上の鋼板。成形性はやや劣るが、強度を要する構造用部材に使用。	フレーム・メンバ、フラケット類、ロアーム、ドライババグトビーム
	機械構造用炭素鋼(S10C~S30C,S09CK~S20CK)	0.08	0.15	0.30	~	~	~	~	<0.03	0.03	0	低炭素鋼の鋼材で、粘り強さに優れ、機械加工後、漫反射などの表面処理を簡便化して使用。	タイミングギヤ、ボルト、ナット、フランジ、ハンマ類、ビン、リバーナット、ギヤ類
	機械構造用合金鋼(S15SiMn45/SNC415/0.815/SUM20/415/420)	0.12	0.15	0.30	0.20	0.40	0.15	~	<0.03	0.03	5	低炭素鋼に合金成分を添加した合金鋼で粘り強さに優れども、浸漬焼入などの表面処理で硬化深さを大きくできる鋼材。	タイミングギヤ、ドラムシックショックスティングロッド、ビス、スクリューバルブ、ロアーム
	砥貫およびひき貫合快削鋼(SUM11~SUM32)	0.08	0.30	0.90	~	~	~	~	<0.04	0.08	0.35	高い切削速度による高生産性のために、主として、研削用砥粒を添加したものもある。材質としては不純物であり、自動車部品の用途はない。	スパークプラグ
	ステンレス鋼(SUS201~347)	0.15	~	~	16.00	3.50	~	~	0.10<Pb<0.35	0.04~0.04	0.35	低炭素鋼に合金成分を添加して耐食性に優れども、浸漬焼入などの表面処理で硬度を大きくできる鋼材。	吸気バルブ、排気バルブ、エキソーストマニホールド
耐熱鋼	オーフチナイト系(S30Cr30Ni10/330Cr60Ni60/310Ni45/SCM430)	0.25	1.50	2.00	26.00	37.00	3.00	~	0.04~0.04	0.04~0.04	0.35	高い切削速度による高生産性のために、主として、研削用砥粒を添加したものもある。材質としては不純物であり、自動車部品の用途はない。	スパークプラグ
	マルテンサイト系(SUH600/616)	0.15	~	0.50	10.00	0.50	0.30	0.75<W<1.25	0.05	0.05	0.20	クロムヒートシールドが添加されて耐腐食性に優れ、低温かく温成形や溶接が容易。	ハリフシャフト、ビストンリング、エキソーストマニホールド
	機械構造用炭素鋼(S33C~S5BC)	0.30	0.15	0.60	13.55	12.00	1.00	18.50~C<21.00	0.10	0.10	0.35	高い切削速度による高生産性のために、主として、研削用砥粒を添加したものもある。材質としては不純物であり、自動車部品の用途はない。	吸気バルブ、排気バルブ、エキソーストマニホールド
	機械構造用合金鋼(SCr430~445,SCM430~445,SCN436~836,SNCN431~447)	0.27	0.15	0.30	0.40	0.40	0.15	~	0.03	0.03	0.35	クロムヒートシールドが添加されて耐腐食性に優れ、低温かく温成形や溶接が容易。	吸気バルブ、排気バルブ、エキソーストマニホールド
	ばね鋼(SUP6/7/9/10)	0.47	0.15	0.65	0.65	0.65	0.65	0.15<V<0.25	0.05	0.05	0.20	ステンレス鋼よりもさらに合金成分を多くし耐熱性の向上が図られている。	吸気バルブ、排気バルブ、エキソーストマニホールド
	快削鋼(被削性改善鋼)(SUM11~SUM32)	0.27	0.15	0.47	0.40	0.40	0.15	~	0.10	0.10	0.40	高い加工性、溶接性はやや悪くなるが被削入れ、焼戻しを防ぐために、より焼入れ性が増しく、高周波焼入れで疲れ強さを向上。	アクリルシャフト、クラシックシャフト、ハリフシャフト、ボルト類、ギヤ類
	マルテンサイト系(SUH35/36)	0.64	2.20	1.00	1.10	1.00	1.00	0.20<Nb<1.25	0.05	0.05	0.20	合金成分を添加して耐腐食性に優れ、焼戻しにより強韧性と耐久性を向上。	アクリルシャフト、クラシックシャフト、ハリフシャフト、ギヤ類、ボルト、ナット、手工具類
	オーフチナイト系(SUH37/77/87,SWRH57/58)	0.48	<0.35	1.95	3.50	0.70	~	0.04~0.04	0.03	0.03	0.35	比較的大型のばねに用いられ熱間で成形した後の焼入れ、焼戻しやショットビーニング加工によって高い弾性限と耐久性を備える。	アクリルシャフト、クラシックシャフト、ハリフシャフト、ギヤ類、ボルト、ナット、手工具類
	耐熱鋼マルテンサイト系(SUH37/1)	0.30	1.00	<7.50	<7.50	1.30	<7.50	~	0.01	0.01	0.12	被削性向上的ため、硫黄や鉛が添加された機械構造用鋼素鋼(合金鋼)特に船体快削鋼は機械的性質を損なわずに被削性を向上。	アクリルシャフト、ミッショニングナックル、コネクタマニアード
	ばね用鋼材(SWRH57/58)	0.54	0.12	0.30	~	~	~	0.04~0.04	0.03	0.03	0.50	炭素の含有を比較的多く許容しておりマンガンと窒素を併用して被削性を向上。	アクリルシャフト、ミッショニングナックル、コネクタマニアード
	軸受鋼(SUJ1)	0.95	0.35	0.90	0.90	0.90	0.90	~	0.04	0.04	0.50	炭素の含有を比較的多く許容しており、クロムヒートシールドが添加されて小さなばねに用いられる弾性限の高い線材で施した緑色)などがある。	アクリルシャフト、ミッショニングナックル、コネクタマニアード
	工具鋼(SK,SKS,SKD,SKT,SKH)	0.60	~	0.50	10.00	22.00	4.50	~	0.02	0.02	0.5	高炭素クロム系の材料で切削加工が容易であり、また工具鋼を多く含んで、耐摩耗性を主とした高強度を向上。	ボルヘアリング、ローラーベアリング
	タンクステンバナジウムなどを含み、高速度工具鋼、合金工具鋼などがある。	3.00	1.00	0.30	~	~	~	~	0.10	0.02	0.02	タンクステンバナジウムなどを含み、高速度工具鋼、合金工具鋼などがある。	ボルヘアリング、ローラーベアリング
	鋸金(ねずみ鋸)(FC10/15/20/25/30/35)	4.00	2.50	1.20	3.40	1.80	0.30	~	0.60	0.12	~	含有炭素が片状の黒鉛として强度部品にはあまり用いられない。	ドリル、フライス、エンドミル、カムシャフト、エキソーストマニホールド、フレーキドラム、エキソーストマニホールド
	球状黒鉛鉄(FC45/45,55/70)	4.00	2.50	0.80	~	~	~	~	0.10	0.03	~	片状黒鉛をマグネシウム、セリウムなどの接觸処理により球状化して、優れた機械的性質に改善した鉄鉱。	クラシックシャフト、ステアリングナックル、エキソーストマニホールド
	合金鋼(FCA-Ni/NiMn-NiC/NiCrFCDA-Ni/NiMn-NiSi-NiC)	2.00	1.00	0.38	0.20	0.50	2.40	~	0.35	0.75	0.60	ニッケル、クロム、モリブデンなどの元素を添加して、カーボン、耐熱性、切削性、吸収性などを向上した鉄鉱。	カーボン、耐熱性、切削性、吸収性などを持つ。

Data

●来館者数

◆来館者の状況

平成6年6月～
平成8年8月
来館者数
318,547人



●第3回夏休みワークショップ参加状況

◆ワークショップ [延べ729人]

8月3日(土)	男性156人	女性172人	合計 343人
	不明15人		
8月4日(日)	男性158人	女性203人	合計 386人
	不明25人		

◆ソーラーカー試乗 [延べ159人]

8月3日(土)	男性41人	女性20人	合計 61人
8月4日(日)	男性69人	女性29人	合計 98人

◆地区別参加者数 昨年度との比較

'95年度	名古屋市内 西区・中村区 67人	名古屋市内 その他 52人	名古屋市を 除く県内 109人	愛知県外 25人	不明 6人	合計 259人
'96年度	名古屋市内 西区・中村区 312人	名古屋市内 その他 132人	名古屋市を 除く県内 215人	愛知県外 22人	不明 48人	合計 729人

Information

●今後の主な行事

◆特別展

「鉄鋼材料展」—鐵は金の王なる哉—

期間：10月1日(火)～11月4日(月)
場所：産業技術記念館 特設会場

湖西少年少女発明クラブ20周年記念

「少年少女発明くふう展・豊田佐吉発明展」

期間：8年10月30日～11月10日

場所：静岡県湖西市民会館

主催：湖西少年少女発明クラブ

協賛：湖西市役所、湖西市・浜名湖青年会議所、豊田佐吉記念館、

産業技術記念館

◆レストランX'mas特別ディナー

館内レストラン ブリックエイジでは、X'mas特別ディナーをご用意させていただきます。

生演奏とともに素敵な聖夜をお楽しみ下さい。

期間／12月20日(金)～25日(水)

※ただ今、毎週水曜日に生演奏を行っております。

ご予算に応じた料理、その他小パーティーも承ります。

ご予約・お問い合わせ先

レストラン ブリックエイジ

TEL(052) 551-6243・6244

図書室の小窓

温故知新(論語)

自動車業界では、中国市場への進出が急です。日本は昔から、その中国から文化や技術を取り入れてきました。そこで、表題の中国の格言について。

広辞苑によれば、「温故」とは古いことをたずねること、「温故知新」とは古い物事を究めて、新しい知識や見解を得ることとあります。私たちが歴史を学ぶのも、単に過去の出来事を知るためではなく、過去につながる現在、そして未来を学び取るためでしょう。



図書室には、特許庁から払い下げられた雑誌など、新旧3万冊以上の文献を収蔵しています。次回より古いものや珍しいものを順次紹介しましょう。

ご案内



開館時間

◆午前9:30～午後5:00（入館は午後4:30まで）
※レストランは22時まで営業

休館日

◆月曜日（祝日の場合は翌日）
◆年末始

観覧料

◆大人（大学生含む）500円
◆中高生 300円
◆小学生 200円

※30名様以上の団体は1割引 ※100名様以上2割引
※学校行事での来館では学生は半額

交通

- ◆【名鉄】「栄生駅」下車徒歩3分
- ◆【地下鉄】「亀島駅」下車徒歩10分
- ◆【市バス】名古屋駅前 バスター・ミナルレモンホーム
10番のりば「名古屋駅行（循環）」「則武新町3丁目」下車徒歩3分

無料駐車場 乗用車 300台 大型バス 10台

館報Vol.6 発行日／平成8年9月25日 発行者／産業技術記念館



産業技術記念館

〒451 名古屋市西区則武新町4丁目1番35号
TEL 052-551-6111 FAX 052-551-6199