

鉄が主役を演じた 20世紀のドラマ

鉄は暮らしをどう変えたか

20世紀。この100年で人類が得たものは、それまでの人類の歴史を通じて培われてきた知識や技術の総量をはるかに上回るであろう。戦争と革命の世紀、科学技術の世紀、文明の世紀等々、20世紀にはいろいろな形容句があるが、どんな角度から見ても人類史上格別な世紀であったことに異論はあるまい。

この格別な世紀の文明の構築は、鉄というなみはずれて使いやすく優れた材料なしには考えられなかった。人類が古くから利用してきた材料の中から、鉄がぬきんでドラマチックな進化を遂げたのが20世紀だったのである。そして、鉄が主役のひとつを演じたその20世紀を総括する。

まどろみ続けた鉄

鉄がドラマチックに進化し、人間の生活を大きく変える役割を果たした最近の100年を語る前に、そこに行きつくまでの長い道のりについてざっと触れておこう。

紀元前1600年頃、古代アナトリアのヒッタイト人によって鉄が人間の暮らしに初めて登場する。以来長い年月にわたって、鉄はその比類ない機械的強度を活かす用途に重点的に使われる機能材であった。石、土、木などと同様に、汎用材として多量に使われるようになるまでに長い歳月を要したのは、安価に大量に生産する技術が見つからなかったからである。

鉄は自然界には金属の形では存在しない。これを実用の具として利用できるようになるには、まず、岩石や砂の形の酸化物を金属の鉄に還元する方法、こうして得た金属鉄に所要の形を与える方法の2つを知ることが必要だった。前者は木を主なエネルギー源として鉄の酸化物を還元する直接製鉄法と呼ばれる製法であり、後者はこうして得た材料鉄を熱いうちに叩き延ばして成形する鍛造法、あるいは溶けた鉄を型に入れて成形する鑄造法であった。

人類はもっぱらこの直接製鉄法と鍛造または鑄造法の組合せによって鉄を製造し、利用してきた。より高い熱量を求めて熱源は木から木炭へ、やがて石炭へと変わっていくが、この基本的な製造法の組合せは、何千年にもわたってさしたる変化もなく踏襲されてきたのである。

このようにしてつくられる鉄は、量もサイズも限られていた。従って何にでも大量に使われる材料ではなく、それまでに人類が手に入れることのできた最強の材料という、その特性を活かす限定的な用途にのみ使われてきた。このような鉄のあり方には、長い年月の間大きな変化は見られなかったのである。

目覚めた鉄

この長いまどろみにも似た状況から鉄が目覚め始めたのは、はるかに時代を下って15世紀頃からである。その端緒をなした要因としては、製造面においてはおよそ三つの大きな技術革新が上げられる。第一に挙げられるのは、水車動力送風による高炉製鉄法である。高炉製鉄法は中国ですでに漢の時代に出現しているが、近代製鉄の出発点としての高炉製鉄法は15世紀

にヨーロッパで生まれた。これが鉄の大量生産への道を開き、産業革命をもたらした蒸気機関利用の機械送風によってさらに飛躍した。

第二に挙げられるのは、製鋼法の確立である。18世紀のるつば製鋼法などを経て、19世紀には平炉、転炉による近代製鋼技術が確立し、鋼の大量生産もまた可能になったのである。

第三の要因は圧延成形法の開発である。延性、展性に優れた鋼の出現は圧延成形を可能にし、従来の製法では考えられなかった形状や大寸法の鋼材が得られるようになった。

このような量質両面にわたる製造技術の革新によって、鉄の可能性を限られた用途の機能材からより応用範囲の広い汎用材へと広げる条件が整った状況で、産業革命がやってきた。

18世紀中頃、機械動力の発明に端を発した産業革命は、なだれ現象となって、人々の暮らしや社会の様相を一変させ、機械化、大規模化、大量生産、大量輸送など20世紀を特徴づけるドラマチックな革新への道を拓いた。上述したように、鉄の製造面における技術革新により、鋼板や条鋼のようなモジュール化され汎用に適した形の大型鋼材が登場し、これが産業革命の流れと結びついた。機械文明は大量の鉄を生む一方、大量の鉄を必要とし、相乗的に鉄の量産、汎用を加速した。

用途面での大きな変革のひとつは鉄が建造物の構造材として使われるようになったことである。その第一歩は橋梁であった。1779年に建造された鑄鋼製のアイアン・ブリッジはイギリス産業革命における金字塔であり、これによって、鉄は石材や木材に変わる新しい橋梁材としてデビューしたのである。19世紀に入ると、圧縮強度、引張り強度ともに鑄鉄を上回る鍛鉄を使ったさまざまな形式の橋梁がイギリス各地で建造された。

やがてベッセマー転炉の発明（1856年）、シーメンス・マルタン平炉法の確立（1867年）により鋼の経済的な大量利用が可能になると、橋梁は鑄鉄、鍛鉄から鋼構造の段階へと行きつく。世界ではじめての大規模鋼構造物としてフォース橋が生まれたのは1890年のことであった。

橋梁に次いで鉄が新しい構造材として脚光を浴びたのは、まず鉄とガラスを主材とする近代建築のパイオニアといわれるクリスタル・パレスであり、世界最初の大規模鋼構造物となったエッフェル塔である。それぞれ1851年のロンドン万国博覧会、1889年のパリ万国博覧会の呼び物となった。

このようにして機械、船舶、車両などから橋梁などの土木構造物、建築物に至るまで、鉄が主役を演ずる20世紀のドラマの脚本が描かれたのである。

文明へ発進する鉄

1901年、20世紀の鉄のドラマの開幕を告げる、まことに象徴的なできごとが海を隔ててふたつ重なった。USスチールと官営八幡製鐵所の誕生である。当時、新興のフロンティア国家であったアメリカは工業力においてすでにヨーロッパを凌駕しつつあったが、20世紀の幕開けとともに大規模な企業合併の結果、USスチールが世界最大の鉄鋼メーカーとして誕生した。このUSスチールを頂点とするアメリカの鉄鋼業は、20世紀の前半、世界鉄鋼業をリードすることになる。一方、官営八幡製鐵所が先駆けとなった日本の近代鉄鋼業は、急成長して先進国に追いつき追い越し、世紀の後半になって世界の頂点に駆け上がる。

さて、20世紀とともに世界の先進地域では、工業化が急加速し、人間の暮らしを大きく変える発明や技術革新が進展する。前世紀の中頃からのイギリスを中心とする近代造船業、世紀末から20世紀にかけてのアメリカを中心とする自動車工業など進みゆく工業化を支える必須の材料として、鉄は新しい役割を担うことになる。鉄を必須とする多くの産業が勃興し、一方、港湾や橋梁、上下水道といったインフラ近代化の主要資材としての需要も急速に増大する。

こうして20世紀に入るや、鉄は人間のライフスタイルを大きく変えるいわゆる文明の利器や近代社会構築に不可欠の素材として、大量生産大量使用の時代を迎える。

日本においても鉄の用途は飛躍的に拡大したが、まず中心となったのは富国強兵の国策に沿った軍需であった。人の日常生活に直接関係する面で、大きな変革への最初の契機となったのは近代交通機関の開発である。旅客用では1872年に新橋、横浜間にはじめて陸蒸気が走り、物資輸送用としては1880年に北海道に開通した鉄道がはじまりで、日本における鉄道の創業はほぼ1870～1880年に集中している。鉄道は前世紀の半ば過ぎに導入されて、わずか2、30年の間に急速に発達し、20世紀のはじめには早くも大衆の交通手段として一般化する。1908年、朝日新聞に連載された夏目漱石の「三四郎」では、熊本から上京する三四郎の汽車旅の様子が描写され、この頃、鉄道がすでに庶民の間でも広く利用されていた状況をうかがわせる。

初期の機関車やレールはイギリスからの輸入品であり、客車は木製であった。レールは錬鉄製のものがイギリスから輸入されたが、20世紀初めには官営八幡製鐵所の稼動によって国産の鋼製に変わり、その他の鉄道車両部品の材料となる鉄、製品ともに国産化が進んでいく。



昭和11年当初は貨物輸送を目的に生まれた「デゴイチ(D-51 蒸気機関車)」。

このように、20世紀の最初の10年、すなわち1910年代の終わり頃までに、鉄は文明社会の基本要素を成立させる基礎資材として、人々の暮らしを変えていくのだが、1920年代頃から、鉄の用途はさらに新たなステップを踏み出す。

築く鉄

すでに触れたように、鉄を使って巨大な構造物を建造することは19世紀に始まっていたが、19世紀の鉄構物はむき出しの鉄骨構造であって、その中に人間を収容する居住性は備えておらず、人間の日常生活を変えるような性格のものではなかった。むしろ人間の日常からは突出したモニュメントやランドマークといったものが大半だった。

20世紀に入ると、人がその中で生活を営む日常的な建築物においても、旧来の石材やレンガや木材に頼らない近代建築への転換が始まる。近代建築は鉄筋コンクリート構造と鉄骨カーテンウォールという2つの流れに沿って発展し、その主要材料となったのはコンクリート、ガラス、鉄であった。

1920年代、ニューヨークのマンハッタンにかつて例を見なかった高層の建物群が建築され始める。それは1931年におけるエンパイアステートビルの竣工で頂点に達する。鉄筋コンクリート構造という画期的な新工法により人間を容れる建物としては桁外れの高さである摩天楼の建造を可能にしたのである。間もなく鉄筋コンクリートの高層建築物は世界の近代都市に共通の風景となる。

鉄筋コンクリート工法は1920年代には日本へも輸入されており、純国産の技術ではないが旧丸ビルが完成したのは1924年のことである。鉄筋コンクリートの普及に伴って鉄筋用の棒鋼の需要が増大、在来の木造建築においても鉄の釘、ボルト、ステープル、あるいは蝶番といった建築金物が一般に使われるようになった。近代的な圧延法による鋼材の民需は、日本で



高さ381mを誇るエンパイアステートビル。6万トンの鋼鉄で支えられている。

はまず棒鋼、線材の条鋼類に始まったといえよう。

鉄筋コンクリート構造と並ぶ近代建築の代表工法である鉄骨カーテンウォール構造の第1号は、1918年、サンフランシスコに建てられたハリデー・ビルであった。鉄骨構造にガラスのカーテンウォールをまとったこのビルは、鉄の使用が外見からうかがえる点で鉄筋コンクリートと異なり、鉄の外装使用の先駆的な例をなした。これ以後、I型鋼やH型鋼を構造部材に用いた鉄骨建築が普及するようになる。そして、高層建築を可能にした鉄筋コンクリート構造を超えて、やがて超高層建築を支える工法へと発展するのである。

甦る鉄

20世紀は第2次大戦を挟んでその前と後では大きく様相を異にする。特に日本においては戦争に向って突き進み始めた1930年代以降は、鉄の需要は軍需一辺倒へと傾斜し、民需は停滞する。

1945年、終戦を迎えた時の日本は、20世紀の前半に育ってきた鉄の生産・需要の基盤をすべて失った状態であった。しかし、鉄がこの状態から甦るのにさして長い時間は掛らなかった。

軍需産業から平和産業へと大転換した鉄鋼業は、かえって空前の発展への道をたどることになる。鉄の需要の復活の大きな要因のひとつとなったのは、1950年代の半ばから始まった第1次建築ブームである。この頃日本経済はさまざまな産業分野において復興が本格化し、高度成長前夜の状況にあったが、その先兵となったのがビル建築のラッシュである。鉄筋用棒鋼や線材などをはじめとする条鋼類の需要が飛躍的に高まり、当時の鉄鋼生産能力ではその対応にかなりの苦労をしいられた。

1960年代にはいると、日本の鉄鋼大手各社はこぞって世界の最先端に行く鉄鋼一貫製鉄所の建設に踏み切り、急進する



日本で初めて耐震構造理論を取り入れて建設された丸ビル。

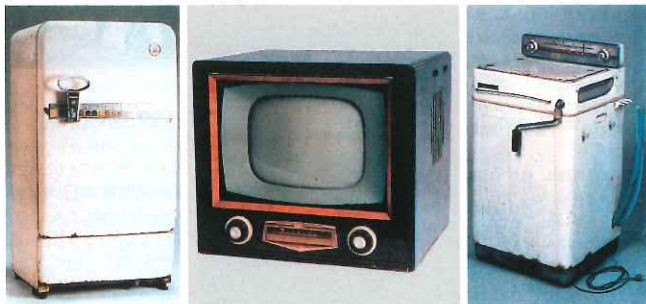
経済の高度成長をリードする体制が整う。これによって日本の粗鋼生産は1960年（昭和35年）には戦前のピークであった1943年（昭和18年）の3倍に近い2,200万トン強に達し、1969年（昭和39年）には4,000万トン弱となって米、ソに次いで世界第3位へと躍進するのである。生産量の躍進もめざましかったが、鋼材の品種構成にも著しい変化が現れた。品種別に見て、統計資料の残る1912年（大正1年）以来、条鋼類がトップを占めていたのが、戦後は鋼板類が躍進して1960年代の半ば（昭和41年）には普通鋼鋼材の過半数に達している。これは鉄鋼業界の設備合理化の重点のひとつとしてストリップミルが相次いで新設され、鋼板製造能力が飛躍的に増大したからである。特にコールド・ストリップミルの普及で高品質の冷延鋼板の量産が可能になったのが大きな要因のひとつとなった。

また、20世紀後半に入ってから鉄鋼需給の特徴のひとつは、特殊鋼の伸びであろう。特殊鋼は戦前は専ら軍事目的で、1944年（昭和19年）にはその生産量は普通鋼鋼材の総量の20%に達していた。戦後は建設、自動車産業用等の平和目的に利用分野を広げ、構造用鋼、高張力鋼、ステンレス鋼を中心に大幅に伸びている。

こうした生産量の飛躍的増大、品種構成の変化は、当然次に述べるような需要の変化を背景とするものであった。

ジャンプする鉄

鉄鋼一貫生産の一般化や冷延鋼板の量産が始まった1960年代は、日本人の国民生活にかつてない大変革が訪れた年代でもあった。家庭電化とモータリゼーションという、人々にまったく新しいライフスタイルをもたらす、大きな波が押し寄せ始めたのである。1970年代になると、テレビ、電気冷蔵庫、洗濯機、クーラーを使い、マイカーを乗りまわすといった、ハリウッド映画の中でしかお目にかかれなかった夢物語は現実の



1970年代の「家電3種の神器」(本誌Vol.4,No.5「鉄の点景」参照)



1975年竣工のオイルタンカー「日精丸」。当時は世界最大だった。

ものとなり、日本人の生活は先進西欧社会のモダン・ライフに急速に近づくようになる。そして、これらの製品の大量生産を可能にしたのが、良質の冷延鋼板の大量供給であった。この需要と供給の因果関係は、相乗効果を生み出し爆発的にふくれあがっていく。

また、1960年代には日本に超高層建築物が初めて出現する。第一号は1968年(昭和43年)に竣工した誰もが知る霞ヶ関ビルである。世界有数の地震国日本では、従来は超高層の建物は不可能と考えられてきた。この不可能を可能にしたのは、柔構造と呼ばれる画期的な新建築技術であり、高張力鋼という新素材の採用であった。適当な熱処理や他の金属元素を少量添加することによって性質を変えることができるのが、鋼の優れた特徴のひとつで、これらの技術の進歩によって、抗張力に優れ、伸長性に富み、弾性率の高い軽量で強靱な鋼を得ることができるようになったのである。

高張力鋼がまず着目されたのは造船用であった。造船用に使われてきた従来の鋼では、巨船をつくろうとすると強度の関係で総重量が過大となり、輸送量アップのメリットが失われてしまう。しかし従来の材料より抗張力をはるかに高めた鋼材の出現で、1910年代にはすでに総排水量5万トン級の大型客船がヨーロッパで相次いで進水しており、軍需においても大艦巨砲主義という世界的な海洋戦略構想を促す要因となる。日本



産学共同で開発された霞ヶ関ビル(地上147m)。

においては、1960年代頃から高張力造船用鋼板が開発され、やがて、この素材技術を背景に造船業が世界のトップに達するに至る。

造船に始まった高張力鋼の活用は20世紀後半に至って建築用に波及し、日本では前述の霞ヶ関ビル以降の超高層ビル建設を中心とした第2次建築ブームを招来する。H形鋼が鋼構造の花形としてヒットしたのもこの頃であった。H形鋼は1908年に米国ベスレヘム・スチール社によってはじめて製造されたものであり、それ以来半世紀を経て鋼構造の主役としてクローズアップされた。

また、ドーム建築や鋼管構造といった横に広い大規模建築物の新しい工法も発達した。最小の面積で最大の容積を覆うことのできるドームはカーブを描くデザインの美しさと相俟って、20世紀の新しい建築様式として定着した。支柱を極力省略して広い収容面積を確保することのできる鋼管構造も、何万人という人を動員するイベント開催が日常的となった20世紀のニーズに応じて普及していった。

鋼材は超高層ビルやロングスパン構造物の構造材として、人間の生活空間を空高く押し上げ横に広げたばかりでなく、従来は建築物を支え得なかった軟弱地盤の地層にも伸びていった。鋼管杭や鋼矢板といった鋼製の基礎杭が深さ数10メートルにも及ぶ支持層に達する打設を可能にし、後にウォーターフロント開発と呼ばれた沿海部の大規模な埋立てによる人間の生活圏の拡大をもたらしたのである。

鋼材はさらにこのような大規模構造物ばかりではなく、小型



1994年竣工の関西国際空港旅客ターミナルビル。ステンレス製の長大な屋根は1.7kmに及ぶ。

の建造物にも進出していった。軽量形鋼が開発され、一戸建ての住宅の軸組みにも鉄が使われるようになったのである。構造ばかりか、屋根、壁の外装材、シャッター、雨戸といった鋼製建具も普及し、フェンス、鉄扉などの外構アクセサリーなど、住まいのあらゆる部分に鉄が活用されていく。

照明ポール、ガードレール、ガードフェンスといった道路アクセサリーも鉄が切り拓いた新たな領域であった。足場やロードマットといった土木建築用の仮設材も、鉄の使用によって、より安全で便利で経済的なものになった。このように数え上げていけば際限がないほど、人間生活のあらゆる場面をおびたさまざまな種類の鉄が占めるようになる。そのわずか数十年前までは夢にも思わなかったような、すさまじく大きな変化をもたらしたのであった。

粧う鉄

鉄の弱点の一つは、錆びるということである。この弱点を克服する技術が飛躍的に進歩し、多様化したのも20世紀の後半に至ってからである。この技術は、鉄の化学成分を変えて耐食性を与える方法と、表面に耐食皮膜をコーティングする方法に大別される。鉄にニッケルやクロムを加えると、表面に酸化皮膜が生成して錆の内部への浸透を防ぐ。これがステンレスとしておなじみの特殊鋼の一種である。また、表面に緻密な水酸化鉄の皮膜を生じさせることで内部を腐食から護る耐候性鋼も画期的な新製品のひとつであった。耐食皮膜をコーティングする方法は表面処理法と総称されるが、亜鉛などの他の金

属をめっきする方法、化成処理により、クロム酸皮膜やリン酸皮膜を生じさせる方法、樹脂塗料を焼付けコーティングする方法等々、実にさまざまな方法が含まれる。

このような技術の開発によって、鉄は構造材中心の用途から機械や構造物のハウジング材へも大きく幅を広げる。たとえば自動車用には専用の材質設計や表面処理を施した自動車用鋼板などが登場するに至る。

新しいタイプの表面処理鋼板は家具の材料ともなり、室内調度の分野へも鉄が広がる。特に事務用のデスク、椅子、キャビネットといった調度は大半が鋼製に切り替わり、日本のオフィス風景を一変させてしまった。

このようにして、20世紀の人の暮らしをガラリと変えた鉄のドラマはひとまず終幕を迎え、21世紀の新しい幕開けへと舞台を移していくのである。

第2幕を開く鉄

世紀末に至って、20世紀を変革したこれまでの役どころとは異なる鉄の新種が現れ始めている。

従来タイプの技術、鋼種、製品は出尽くして一服の状態にあるようにも見え、このことは、1970年代に年産1億トンの大台に達した日本の粗鋼生産量がその後一進一退を繰り返している事実表われている。鉄は20世紀に占めた主役の座から遠ざかりつつあるのだろうかという危惧を抱いている人もいるかもしれない。この疑問へのひとつの解答となるのが、新種の鉄である。たとえば、大量生産、大量使用でトンメタルとも称さ



次世代鉄道として開発が進むリニアモーターカー。

れた従来の鉄の用途のカテゴリーにはまらない、少量であっても付加価値の高い特殊の機能を持った鉄の製品化である。たとえば、コンピュータなどのエレクトロマグネチック材として伸びつつある酸化鉄。コンピュータシール、半導体などに利用され音響機器などにも使われる磁性流体、実用化が近い新交通システム、リニアモーターカーなどに応用される非磁性鋼や強磁性鋼。あるいは異種材料との複合による新素材など、鉄の新しい時代を予感させる技術開発がいろいろな分野で進行している。

また、20世紀末近くになってグローバルな大問題として浮上してきた環境保全の面から、鉄が本質的に環境に負荷を与えることの少ない材料であることも、これからの鉄のあり方を考える上で重要な視点である。もともと、製品化されても寿命が尽きればスクラップダウンし、再生原料としてリサイクルするのが鉄鋼生産の最初からのシステムであった。20世紀最大の

新素材プラスチックがダイオキシンの発生など深刻な廃棄処理問題に当面している状況を考えると、長い年月にわたって使うことができ、しかも人命や環境に脅威を与えない鉄という材料の新しい役割は大いに見直されていくことになるだろう。

近年、スクラップを原料とする電炉製鋼が増加していることも、安価で良質なスクラップの大量発生という背景が経済的な電炉製鋼を可能にした面もあるが、環境保全に貢献する資源リサイクルのニーズに沿った新時代の傾向であるといえる。

さらに、環境問題に関連しては、鉄というハードだけでなく、鉄鋼業が多年にわたって蓄積してきたソフト（ノウハウ）も見逃せない。廃棄物の処理システム、有害物質を無害化する超高温処理技術、水処理技術など、日本の鉄鋼業はこれからの社会が最も必要とする多くの環境制御技術を確立している。この面において日本の鉄鋼業はおそらく世界の最高水準にある。

さらに21世紀に向け鉄が人間の暮らしや社会をもう一段ダイナミックに変革することのできる多くの分野が予想される。それらは20世紀に表面化した人間の営みの限界を克服するさまざまなタイプの新しいプロジェクトである。今、STX-21、スーパーメタルなどの次世代型構造材料の開発や、実用段階秒読みで話題となっているメガフロートを筆頭に、ジオフロント、スペースフロント、オーシャンフロント、メガパイプライン等々、雄大な構想が目白押しに展開されようとしているのである。

鉄の新しい役割や人間の未来への可能性を賭けたプロジェクトに、鉄がどう関わっていくのかを考えると、鉄が主役を演じた20世紀のドラマは、21世紀においてもそのまま第2幕に引き継がれていくに違いあるまい。

■参考文献

- 「日本の技術2 鉄の100年 八幡製鐵所」飯田賢一著 第一法規出版刊
- 「日本の鉄鋼業」置塩信雄・石田和夫編 有斐閣刊
- 「鉄の社会史」斉藤潔著 雄山閣出版刊
- 「続鉄の文化史」新日本製鐵(株)広報室編 東洋経済新報社刊「日本鉄鋼業史研究」堀切善雄著 早稲田大学出版部刊
- 「20世紀・鉄の名作」川崎製鐵(株)総務部広報室刊
- 「統計からみた鉄鋼100年」鋼材倶楽部刊

[取材協力・写真提供]

石川島播磨重工業(株)、川崎製鐵(株)総務部広報室、共同通信社、三井不動産(株)、三菱地所(株)、メガフロート技術研究組合