

鉄と鋼

身近な物と社会の話(上)

徳島経済研究所技術顧問 工学博士

西 池 氏 裕

第1話 身の回りの鉄

○材料の分類

人間は物に囲まれて、またその物を利用して生活しています。利用している物、例えば道具や機械、建造物などはいろいろな素材(材料)でできています。材料という観点で此の世にある物質を分類してみましょう。いろいろ分け方がありますが、物質の本質的な性格(原子の化学結合とそれに起因する属性)によって「金属」「セラミックス」「ポリマー(高分子)」に分類してみましょう。

詳しくは別の箇所で述べるとして、「金属」は見た目で金属だとわかり、また金、銅、鉄やアルミとか大まかな金属の種類が判ります。たいていは色で判断して、金属特有の光沢で判別します。実際には、ほとんどの物質の判定は簡単にはできませんが、金属は他の物質に比較して分かりやすいということです。金属は力を加えると塑性変形しますが、ある程度の力なら元にもどる性質(弾性)があるのも特徴です。また電気や熱伝導性がよいことも重要な金属の特性です。

「セラミックス」は簡単というと石です。陶器、セメントやアルミナなどですが、金属のように力を加えて変形する(可塑性といいます)ことが少ないことが特徴です。また「ポリマー(高分子)」というのはゴムや繊維ですが、プラスチックのように歴史の浅い素材もあります。粘弾性という複雑な変形挙動を示すのが特徴です。

実際はこれらの材料を複合的にもちいることによって、より高い機能性を発揮させていま

す。補足すれば「木材」というのはリグニン、セルロース、種々のヘミセルロースなどの天然高分子が含まれていますが、人工的な合成高分子とは非常に異なる特性を持っています。今回は金属を中心にお話しします。

○鉄とは

鉄は身の回りに、いくらでもあるような物質です。世界中で年間16億トンくらい生産されています。人類社会の発展は鉄を使用することで可能になったといっても過言ではないでしょう。鉄の旧漢字は「鐵」と書きます。「金(属)の王なる哉」という意味で、その歴史を知るとなるほどと思うこと請け合いです。改めて身の回りにある鉄製品を図1に示しておきましたが、このように自由に鉄が手に入る世の中になったのは、ほんの半世紀以上前からです。戦時中には

図1 町の中で使われている鉄



出典：日本製鉄 HP

鉄が不足して、鍋釜から鉄の門扉まで軍略物資として供出されたのを覚えている人もまだいるはずです。

鉄は先ほどの分類でいうと金属です。金属には強い、加工しやすい(延展性、溶融性等)、電気伝導性、熱電性、光沢性等の共通した性質がありますが、鉄もそうです。強度が高いので構造物として使用されます。

加えて鉄はそのまま(純鉄という意味ですが)使われることは少なく、用途にそって多種多様の合金として用いられるのが常です。最もポピュラーなのは炭素との合金である「鋼」でしょう。鉄は鋼にすることで硬さがまし、また強度が増します。鉄筋や鉄骨の構造物は鉄なしでは考えられません。鉄道のレールや車両、また大型の船や自動車などいたるところに鉄は使われています。資材を作ったり加工したりする生産機械や道具もまた、多くが鋼鉄製です。「鋼鉄の如く強靱」と例えられるとおりです。

また、Ni(ニッケル)やCr(クロム)を加えてステンレスのような錆びない鉄も作ることができますし、Si(ケイ素)を加えて電磁鋼板としてトランス鉄心の磁氣的用途にも使用されます。成分を変えることで多用な性質を作り出すことができるのです。

また鉄のすごいところは熱処理や加工方法でその性質ががらりと変わることです。日本刀を作るのに刀身を光り輝くほど熱して鍛えて、

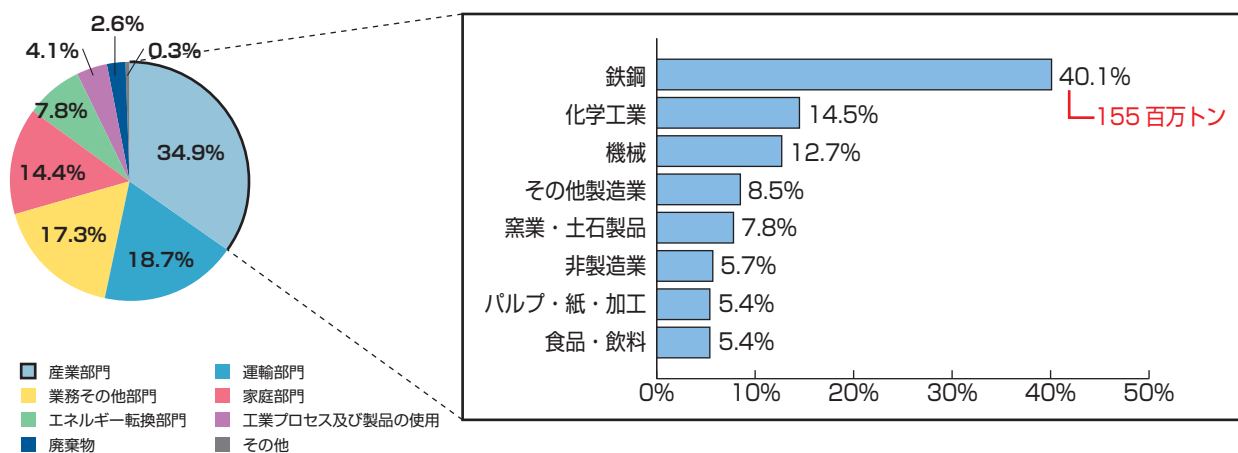
焼きを入れている映像を見たことがあるでしょう。あの処理で丈夫で良く切れ美しい日本刀ができるのです。

用途別でみわたすと、現在鉄鋼が素材として最も多量に用いられているのは自動車産業です。高張力鋼という薄板鉄板が主としてシャーシに用いられています。電車や船舶、また橋梁や鉄筋コンクリートとして、構造物としての役割は大きいものがあります。

ステンレススチールの発明によって鉄の用途はまた広がりました。身の回りの食器などの道具や家具など、日常生活でも多く接するようになっていきます。

このような素材の優等生である鉄にも弱点があります。現段階で本質的に克服できない弱点です。一点は重いことです、比重が7.85もあります。例えば小型乗用車1台が1トン近く、あるいはそれ以上あります。軽量化を進めるのは燃費を良くする(省エネ)ために必要です。その為に高張力鋼を開発して使用する鋼板を薄くして軽量化を図る等種々の技術開発をやってきましたが、やはり限度があります。ゆくゆくは他の炭素素材などに置き換わっていく可能性があります。もう一点は鉄を作るのは鉄鉱石という原料を精錬して作るのですが、その時副原料として石炭コークスを用います。これが地球温暖化につながる二酸化炭素を大量に発生させます。日本の鉄鋼業は戦後、省エネや環境保全に世界

図2 産業部門別CO₂間接排出量



に先駆けて取り組んで来ましたので、その技術は世界最先端のものです。ですが、現在の温暖化防止という環境問題は、さらに厳しく二酸化炭素の排出を規制しなければならないところにきております。

第2話 鉄が人間社会の歴史を作ってきた

○誰が最初に鉄を生産したか

鉄が人類史上、世の中を牽引する大きな役割を担ったことは二回ありました。人々は動物の骨や石を使って採取や狩猟を行ったりしているうちに植物を栽培することを覚えて農業が始まったようです。もともと人間が登場して社会生活を営み始めた頃には「鉄」はありませんでした。正確にいうと鉄は地球では地殻の中に4番目に多く存在(酸素・ケイ素・アルミの次に続く)していますが、入手できるのは化合物の形で、鉄を素材として取り出せるわけではありません。

そうはいいながら、実は、自然の鉄もありました。なんと宇宙からの地球への贈り物として鉄は存在していたのです。宇宙から流れ星として地球に落下した鉄があります、隕鉄というのがそれです。ただ隕鉄というのは量も少ないし、ニッケル分が高く加工が難しかったので、ほとんど社会に影響を与えていません。人類が最初に鉄を入手したのは、鉄鉱石の層になったところで山火事があったり、火を燃やしたりして偶然に木材の炭素によって還元された鉄を発見して、鉄ができたという説が最もありうるかと思います。でもたしかなことは判りません。

人類史上「最大の発明」の一つとされる製鉄の歴史は農業や武器の発展ということで興味があるところです。鉄の使用が増大すれば飛躍的に生産力も増大し、強力な武力集団を生み出すからです。神話には如何に鋼鉄の剣を手に入れるかという話が多いのも、そのことを反映しています。従来最も歴史的に古い製鉄技術は、現在の

トルコの地域にいたヒッタイト人が開発したという説があります。「鉄と軽戦車」を武器に、古代オリエント世界で(紀元前1400～同1200年)ヒッタイト帝国は栄えました。それが東西の社会に広がって、古代の強力な帝国が生まれる原動力になったというのが、人類の歴史で最初に鉄器が大きな影響力を発揮した出来事です。

実は2019年に製鉄史が変わるかもしれない発見がありました。ヒッタイト以前の遺跡から鉱滓、炉壁片、鉄鉱石を含む資料が発見されたのです。その遺跡は、古代オリエント世界でエジプト新王国と勢力を二分したヒッタイト帝国の中心部だったトルコ・アナトリア地方の古代遺跡カマン・カレホユックで、日本の調査団が炉壁片、鉄鉱石を含む資料を発見しました。その地層は前期青銅器時代(紀元前3000年～同2000年)だそうですから、どうやら鉄生産の起源は従来説よりもっと古くなり、ヒッタイト以前からになりそうです。

いずれにしてもヒッタイト帝国の滅亡の後に鉄器の使用は周辺に急速に拡大し、東へ伝わっていったようですが、鉄製の武器の獲得は、古代の王国の軍事力維持には死活問題であったことは間違いなさそうです。

○鉄の武器、鉄の農具

鉄は古代最強の物質でした。日本では鉄の生産の始まりは弥生時代とか縄文時代の末期とか、いろいろ説はあります。半世紀ほど前には、私達は青銅器時代を経て鉄器時代に入ったというように歴史で教えられましたが、今では青銅器も鉄器もほぼ同時に日本に大陸から伝わったのではという説が確からしいようです。鉄器は青銅器より錆び易いので埋蔵品として残りにくいことを考えると、古い地層から鉄器が出にくかったのはありえることです。

日本の製鉄法は近世までは(正しくは明治に入っても続いていた)砂鉄を原料とする鑪(たたら)製鉄です。後述しますが、西洋式の高炉による赤鉄鋼(ヘマタイト)を原料とした精錬は幕末

に西洋から輸入した技術です。古代の製鉄法は鑪が中心だというのが通説ですが、それ以外に古代には褐鉄鉱(自然に産する鉄錆の主成分)を原料とした鉄生産が行われていたという説があります。その場合比較的低温でも鉄の生産が可能になります。褐鉄鉱は湖沼鉄という名前で呼ばれ、芦原で採集できて実際に鉄を生産する実験も実施され確認されております。湖沼鉄は鈴石とか高師小僧と呼ばれ、神武東征の一因はそれらの原料を求めてだという説もあったりします。古代中国では春秋戦国時代に使われ、戦国末には朝鮮や日本に伝わったとされています。古代においては鉄器の生産方法は一国の運命を左右していたようです。日本の場合でも鉄器の使用は農業の生産力を高め、また大和朝廷による政権確立にも寄与したのだと思います。

○産業革命と近代化

もう一度鉄の生産技術が社会を大きく牽引した時代があります。近代です。

人類社会が大きく様変わりをしたのは近代です。生産力も人口も爆発的に増加しました。そのきっかけとなったのは産業革命です。産業革命によって蒸気機関という動力を人間社会は手に入れたわけですが、もう一つ忘れていけないのは高炉による製鉄法の発明です。蒸気機関が技術的駆動力となった資本主義社会は鉄の大量生産様式を発明することで、大工場制の生産様式へと進歩したのです。

社会の構造は変化し続け、市民社会・近代国家へと人類は移行しました、最後には帝国主義の時代を経て、発達した資本主義の世界を実現するようになりました。その大きな原動力となったのは鋼鉄の使用です。

「鉄は国家なり」という言葉が有りました。諸説が有りますが、近代にドイツを統一し強力な国家にすることに貢献のあったビスマルク宰相の言葉が源泉と言われています。日本でも明治政府が近代国家を作ると直ぐに官営八幡製鉄所の建設に向かいました。完成したのは1900年の

ことです。また第二次大戦で敗戦したあとに日本経済の立て直しを図るための基本方針は、「傾斜生産方式」と呼ばれる鉄鋼業の立て直しです。早くも1956年には戦前の粗鋼生産量を回復しました。「もはや戦後ではない」と経済白書に書かれたのはこの年です。まさに近代から現代へ発展していった時代は、「鋼の時代」と呼ぶのがふさわしいと思います。

第3話 鉄の作り方

○「産業の米」としての鉄鋼

私は近代以降現在までの生産システムを特徴付けるとすると大工業社会への道のりだったと考えています。大工業社会を貫く「近代合理主義」が資本主義発展の基礎となってきましたし、またそれが一定程度の完成をしたのが現代であるといえます。

ここで人類が鉄をどのようにして生産してきたかを簡単にふり返っておきましょう。今ある鉄鋼産業の姿をより深く理解するためもありますが、人間が近代以降に物の生産活動を通して社会とどのように関わって来たかが典型的に読み取れる産業だからです。

○鉄の原料

鉄は天然に採取できるわけではありません。例外は宇宙からの贈り物である隕鉄ですが、それはまれにしか手に入れることができません。榎本武揚が明治23年に富山県に落下した白萩

図3 榎本武揚の流星刀



出典:「流星刀」富山市科学博物館クリエイティブ、コモンズ表示 4.0 国際ライセンス

隕鉄で「流星刀」を作らせたことが知られています。余りの隕鉄は国立科学博物館に寄贈されましたので見るができるかもしれません。

製鉄というのは鉄成分を有する鉄鉱石から化学反応で鉄をとりだすことです。最も重要な鉄鉱石は赤鉄鉱(ヘマタイト Fe_2O_3)です。黒い色をしています、粉末にすると赤の顔料(べんがら)として昔から用いられております。それから磁鉄鉱(マグネタイト Fe_3O_4)があります。磁性があり、私達がよく遊んだ砂鉄のことです。近代以前はこの磁鉄鉱からの製鉄が主でした。褐鉄鉱(リモナイト $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$)は天然に存在する錆、風化生成物です。人類は最初はこのリモナイトから鉄を得たのではないかという説もあります。現在はペットの体臭や糞の匂いを軽減する効果があるので食品に混入することがあるようです。製鉄という作業はこれらの鉄鉱石を還元して鉄をとりだすことです。

○たたらの話

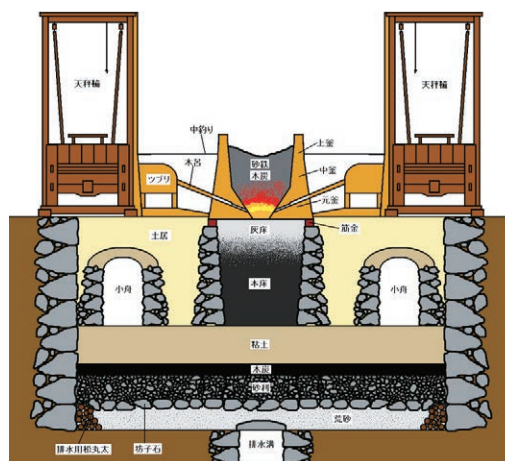
まず、近代あるいは産業革命以前の古い時代の製鉄法について少し触れておきます。日本という鑪(たたら)製鉄のことです。古典世界や中世を通じて、世界中に鉄の生産は広まり各地で独自の製鉄法として根づき発展しましたが、原理的には皆同じです。どれも半熔融状態で鉄を製造する方法で、日本では鑪、英国でブルーマ

リー(bluemery)、ドイツでレン炉(Rennfeuer)と呼ばれる炉での操業です。鉄は他の銅や錫などと異なり融点が高く(純鉄: 1538°C 、銅: 1083°C 、鉛: 328°C 、錫: 232°C)精錬や加工もそれだけ難しいわけです。しかし鉄が熔けるほどの高温でなくとも、炉の中で炭を熱して良く燃やすと鉄鉱石(砂鉄を用います)を鉄に変えることができます。炉の中の温度は 400 から 800°C くらいあれば反応は進みますので、山腹の風を利用したり、鞴(ふいご)で風を送れば実現できたのです。

図4の写真は現代でも毎年行われている出雲地方のたたら操業の写真です。鑪による操業は1900年に官営八幡製鉄所が稼働して一挙にその比率が低下して、大正時代にはほぼ消滅しました。現在は日本刀の玉鋼を得るために、日本刀保存協会が運営して年間数トンほどの生産が行われています。

日本の伝統の鑪製鉄は高度に洗練された技術でまさに職人技です。ちなみにたたら操業を成功せるのには俗に、「一釜、二土、三村下(むらげ)」といわれます。釜づくりは炉体とその土材質の選定だということです。写真にみえる炉体の下には炉床が建造され、炉は一回ごとに粘土で作られます。原料となるのは砂鉄(良質のチタン成分が少ない真砂と赤目がある)で、木炭と砂鉄をかわるがわる加えていきます。操業途

図4 現代まで続く鑪製鉄の操業と炉の断面図



出典：農林水産省 WEB 世界農業遺産・日本農業遺産認定地域・「たたら製鉄に由来する奥出雲の資源循環型農業」

中で写真のように炉の後ろから赤いマグマのようなものが流れ出しているのが見えますが、鉄ではなくノロとか鉾滓(スラグ)と呼ばれる物です。鉄は炉の下部にケラと呼ばれる鉄塊になってできあがります。したがって一回ごとに炉を壊してケラをとりだすことになります。ケラは玉鋼という日本刀にもなる良質の鋼と、不純物が多くそれをハンマーで鍛えてたたき出す左下鉄(さげてつ)や炭素分を下げた包丁鉄に分けられます。一回の操業でケラ 2.8 トンを得るために砂鉄 13 トン、木炭 13 トン、ずく 0.8 トンという報告があります。現在からみればいかに鉄が貴重であったかが理解されます。

実際の操業は、鋼を主として含む鉄塊を作る鉾(けら)押し法で三日ほどの不眠不休の操業が村下というリーダーのもとで行われます。これを一代(ひとよ)と呼びます。

私も一度操業の見学をさせていただいたことがあります。ききしにまさり厳かな感じがしました。

○大鍛冶と小鍛冶

日本では鉄道具の生産等に携わる職種を鍛冶と呼んでいました。いまでは鍛冶屋といってもぴんと来ないほど少なくなりましたが、昔は小学校唱歌に歌われるほど、街や村に多く存在しており、生活に身近な存在だったのだと思います。

鍛冶は大鍛冶と小鍛冶に分けられます。製鉄に携わっている鑪師は大鍛冶と言うのに対して大鍛冶の作った鋼や錬鉄を入手して、鋏・鋤・鎌・鉋などの農耕具や刀槍などの武器に仕上げる職業を小鍛冶といいます。いわゆる鍛冶屋です。铸造で鉄製品をつくる鑄物屋もそれです。小鍛冶の中には必要な鉄製の鋏を貸鋏して損料をとっていた記録が越後にあるそうですが、要は昔は鉄製品はとても貴重であったということであり、地域ごとに多くの鍛冶屋がいたということです。武器製造に携わる鍛冶屋は時として地域の権力者の保護を受けるのでその歴史はよ

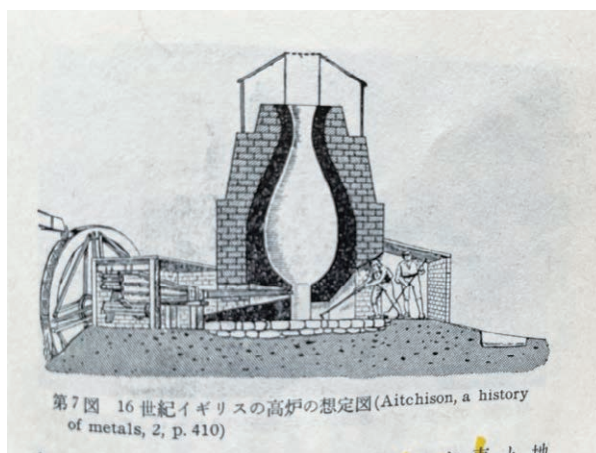
く残っていますが、村鍛冶や野鍛冶の類は残りにくくなっています。徳島では鎌倉時代の海部氏が刀剣を製造していましたが、江戸時代には蜂須賀氏に召し抱えられて刀工は城下に集められ、いわゆる海部刀の生産に従事しました。それに比して農具などを作る小鍛冶は、時代とともに存在の跡が判らなくなっています。

○溶けた鉄：高炉の話

近代に入り、鉄の生産は桁違いに多くなります。産業革命により需要が増えたともいえるし、鉄の生産技術が向上したことで産業革命が押し進められたということもできます。

まずは、十四、五世紀になると原理の違う製鉄法が登場します。ドイツのジーゲルランド地方で発明されたといわれている高炉(ホッホ・ホーフェン、英語ではブラストファーネス)は、初めて鉄を熔融状態で生産することに成功したのです。それを可能にした技術的要因は水車による送風です。ただし高炉で生産される鉄は鋼では有りません。炭素成分の高い銑鉄(鑄鉄)です。そのままでは鑄物にしか使用できませんが、鑄鉄製の火砲と砲弾は当時の戦争の様子を一変させる大きな意味を持ちました。スペインからイギリスに制海権が移る一因となったアマルダの海戦(1588 年)では、スペインの無敵艦隊は 130 隻で真鍮製大砲 1,500 門、鑄鉄製大砲 1,000 門を積載していたそうです。イギリスの大砲は

図 5 16世紀イギリスの高炉の断面模式図



射程距離がスペインのそれより長かったというのが勝因にあるようです。ともあれ高炉の発明と普及は、近代の技術的基礎の重要な要素を準備したといえます。

この頃の大問題は高炉が大量の木炭を使用したことです。製鉄業の街例えば英国のサセックスでは、高炉が林立しこの地方ではたちまち森林は伐採されつくしました。この問題の解決は、18世紀になってコークスを燃料として用いるコークス製鉄法が、イギリスのダービーによって開始されるまで続き、石炭コークスを用いる製鉄法は今もって製鉄の基本原則となっています。

○銑鉄を鋼鉄へ：パドル炉

近代は鋼の時代といっても過言ではありません。工場生産の為に必要な機械設備、建造物は大量の鋼鉄を必要としました。銑鉄(鋳物)は材料強度が低いので用途に限られるからです。逆に鋼鉄を手に入れることでそれらの産業革命が可能になりました。

銑鉄と鋼鉄の違いは含有する炭素の量によります。一般的には銑鉄は炭素を4～5%含んでおり、鋼鉄は炭素が2%以下の含有量の鉄合金と考えればよいと思います(金属学的には炭素含有量は0.0218から2.14重量%が鋼鉄)。

銑鉄を鋼鉄に変化させるには炭素を鉄に接触させることなく加熱し一酸化炭酸で還元する方法です。船の櫂(パドル)状の板で粘りの出てきた溶けた鉄をかき回すのでパドル法といい、できた鋼を錬鉄といいます。やはりイギリスのヘンリー・コートが1783年に発明しました。もう大工業化時代はすぐそこです。ちなみに幕末1867年にパリの世界万博で建造されたパリのエッフェル塔は錬鉄製です。

○近代化と鋼の時代

18世紀は産業革命の時代であり、それは同じくヨーロッパで展開した石炭製鉄とそれにとまなう科学技術の進歩の時代です。石炭製鉄はイ

ギリスがリードし他の欧州諸国がそれに続き、多くの科学的知見を発展させながらこの時代の機械制工場生産システムを全面的に発展させました。19世紀になるとますます鋼の需要は増大します。鉄道や汽船の交通革命がその後押しをしました。マンチェスターとリバプール間に蒸気機関車鉄道が開通したのは1830年です。近代の生産力はどんどん拡大し、まさに19世紀後半のいわゆる帝国主義の時代が近づいていきます。

○溶けた鋼へ：転炉

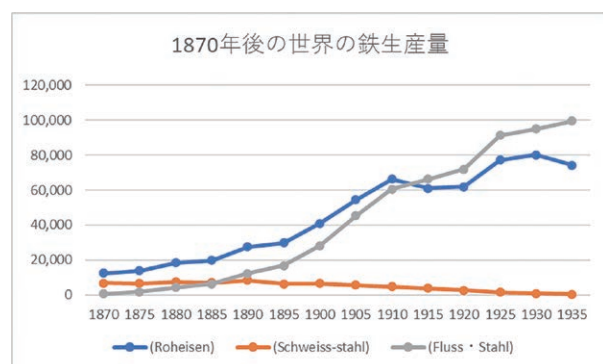
鋼の需要の拡大に追いつけなかったのはパドル炉の生産性です。一例として1840年の英国ウエールズの最大の製鉄所(ダウレイス)には高炉が18基ありましたが、パドル炉は100基もありました。生産性が悪いとともに錬鉄では自由に成形することも困難なので大きなネックポイントでした。

これを解決したのはイギリスではなく大陸の新興勢力ドイツの発明家で、ベッセマーといいます。彼は高炉で生産した溶銑を溶けた鋼にする技術を発明したのです。発明が完成するまでには多くの障害がありましたが、ヨーロッパの他の国の技術者の応援もあり、技術を完成させました。ベッセマーの転炉はその後の転炉による溶鋼精錬に道を開きました。実はベッセマー転炉は使用する溶銑の燐含有量の制限があるため多くの欧州の銑鉄には使えないという弱点を有していましたが、1882年にイギリスのトーマスが高燐鉱石による操業を可能にするトーマス転炉を発明するなどの改良が重なっていき、現在では基本的にはLD転炉法が用いられています。LD転炉法というのは炉の上部から高圧の純酸素を炉内の溶銑中に吹き込む転炉で、1952年にオーストリアのリンツ(Linz)工場、翌年にドナウ(Donawitz)工場が開発されました。

戦後の日本が世界の鉄鋼界をリードするに至ったのは、次々と大型高炉を建設し、世界に先駆けてLD転炉を始めとする最新鋭技術を全

面的に採用・発展させたからです。初期のLD転炉の容量は、約30トン程度の溶銑量ですが、現在の純酸素上底吹転炉は約200-300トンの溶銑処理能力であり、転炉の1プロセスに要する時間は約30分です。驚くべき生産能力の向上です。

図6 1870年以後の世界の鉄生産量



Roheisen…銑鉄、Schweiss-stahl…銑鉄、Fluss-stahl…溶鋼

出典：飯田賢一の『日本人と鉄』のデータから作成

図6には銑鉄と錬鉄、鋼鉄(溶鋼)の世界の生産量が表されています。如何にして人間が大量に鉄を使用できるようになったかを示しています。

○大工場制時代のシステムの原理

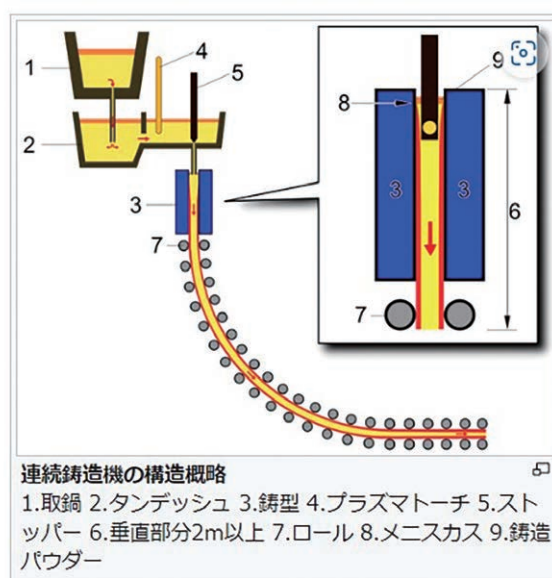
近代に入り膨らむ需要にあわせ、コストダウンと良質で均質な製品の大量生産を世界の工場生産システムは目標としてきました。近代工場生産における技術の原理は、分業であったことはよく知られていますが、それと同時に、生産の大型化・高速化・連続化が発展の原則であり特徴となっていることを見落としてはいけません。

製鉄業においては、高炉や転炉の登場はまさに大型化や高速化の成功した典型でありました。さらに連続化・高速化が著しく成功した技術としていくつか挙げてみましょう。

(連続 casting) 昔は生産された溶鋼は鑄型に鑄込まれてインゴットと呼ばれる鋼塊を製造して中

間製品としました。そのインゴットをまた加熱炉で熱し、圧延機にかけて、スラブと呼ばれる板状の鋼塊としました。分解圧延といいます。もし底のない鑄型で連続的にスラブを鑄造できれば格段に熱量と時間のロスが防げます。連続鑄造技術は非鉄金属業界ではかなり古くから研究され、また鉄鋼業でも19世紀半ばから多くのアイデアが出されており、故人の発明の功績とすることは困難です。我が国では1955年に初めて実用化されています。現在は世界のほぼすべての一貫製鉄所で連続鑄造機が用いられています。

図7 典型的な連続鑄造模式図



出典：2004年新日鐵住金「鉄と鉄鋼がわかる本」

(ストリップミル)連続鑄造で作られたスラブは加熱炉に入れられて所定の温度に加熱されて一挙に熱延板(ホットコイル)まで圧延され、コイルとして巻き取られます。昔はこの熱延もブルオーバーミルという半バッチ式でありましたが、ホットストリップミルという長大で巨大な装置を使い連続的に高速の圧延ができるようになりました。

また、ホットコイルは用途に応じて、長大なラインで冷間圧延され、冷延コイルとなります。コイルは用途に応じて連続的な熱処理をされる

ことになります。

(連続焼鈍)鉄鋼材料は冷間圧延されると、硬化します。硬化した材料を軟化させるなど種々の熱処理(焼鈍)を行います。焼鈍工程は、材料を加熱・保時・冷却する工程から成り立っています。焼鈍によって材料の結晶レベルでの構造が変化して所定の材質に制御します。(詳細は次の第5話で述べます)冷延コイルの焼鈍は、従来は、コイルをバッチにまとめ、箱型炉で行っていました。これをバッチ焼鈍あるいはボックス焼鈍といいます。最近では、多数のコイルを次々に溶接しながら加熱炉の中を通過させたのち巻き取る連続焼鈍が主流です。連続焼鈍ラインの全長は150～300メートルで、中をくねくねと板が走るの、ストリップのライン内の道のりは2,000メートルに及びます。ストリップの通過速度は最大200～700メートル/分ですが、最近では板厚0.15ミリメートルの缶用鋼板が最大1,000メートル/分で通過するラインも実現しています。このようなラインの操業には、温度制御、雰囲気制御のほかに、ストリップの速度制御、張力制御、蛇行制御が必須であり、それぞれに高度な自動制御技術が採用されています。

〇ここまでのまとめ

鉄製品が貴重品であった近代以前は、逆説的ですが、身の回りには鋼や鉄の性質を知らねばならない生活があったし、それを扱う人々も身

近にいました。鋳物が硬くて脆いことも知っていましたし、鋳物の鍋に穴があいたら鋳掛屋さんが直してくれました。肥後の守で鉛筆を削ったし、それを研げば切れ味が回復することも知っていました。焼きを入れたら釘は硬くなるし、焼き鈍したら柔らかくなることも知っていました。柔らかくしてエナメル線を巻き付けたら電磁石ができ、それで砂鉄を集めて遊びました。

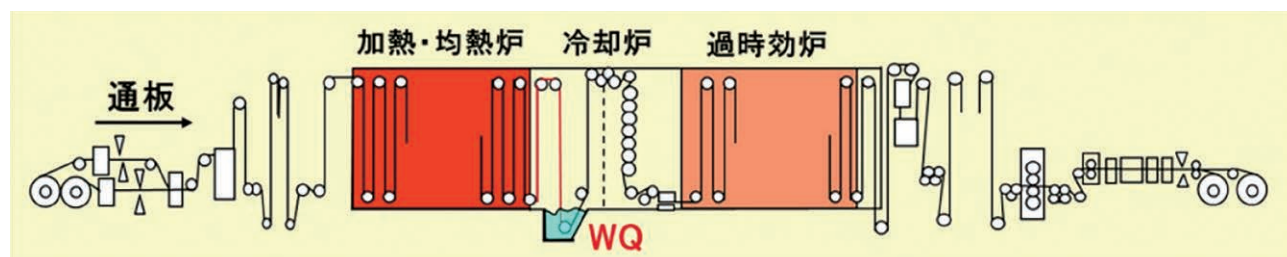
こういう経験は世代が若くなるにつれて少なくなってきました。いわゆるモノと人との距離が大きくなり、人々は知識というソフトの世界だけで暮らしているという錯覚を持ち始めました。

近代の生産様式・大工場制生産という分業を基礎とする生産活動は、我々人間に多くの物質を提供してくれました。だがそのために、自然や物そのものと触れ合うことが少なくなってきました。たぶんこの頃の青少年の理知的知力の低下には、そんなことも影響しているかもしれません。

現在あたりまえのようにして身の回りにあるものでも、先人の苦労がなくては存在しないものがほとんどです。簡単に言えば、どんな物でもどうやって誰がそれを作ったかを考えることは、きっと人間が今後生きていく上で、何らかの心の姿勢に良い影響を与えるにちがいありません。

(上)終了

図8 連続焼鈍ライン



出典：JFE スチール HP

<参考文献>

(鉄鋼技術全般)

- * 中沢護人『鋼の時代』1964年・岩波新書
- * 永田和宏『人はどのように鉄を作ってきたか』2017年・講談社
- * 笹部高雄『鉄鋼技術論』1968年・ダイヤモンド社
- * 桶谷繁雄『金属と人間の歴史』1965年・講談社
- * 窪田俊郎『鉄の生活史』1966年・角川新書
- * 齋藤勝裕『知られざる鉄の科学』2016年・サイエンスアイ新書

(鉄鋼産業)

- * 市川弘勝『鉄鋼』1956年・岩波新書
- * 日本経済新聞社『鉄鋼』1979年・日本経済新聞社
- * 新日鐵住金『鉄と鉄鋼がわかる本』2013年・日本実業出版
- * 小邦宏治『鉄は錆びているか－新日鉄の苦悩』1979年・日本実業出版社
- * 佐木隆三『鉄鋼帝国の神話』1969年・三一書房
- * 経済産業省『鉄鋼産業の現状と課題平成27年』
- * 中嶋壮一『製鉄の将来動向——2030年までの中長期需要とトピック』三菱総合研究所
- * 一色清『V字回復の鉄鋼業界 課題は「環境対応」と「海外進出」』2021年・業界研究ニュース（朝日学術ナビ）

(金属学の歴史)

- * 中沢護人『鉄のメルヘン』1975年・アグネ

(近代以前の製鉄)

- * 館充訳『鉄山必要記事』2001年・丸善
- * 森浩一『鉄』1974年・社会思潮社
- * 山本博『古代の製鉄』1975年・学生社
- * 黒岩俊郎『たたら』1976年・玉川大学出版
- * 石塚尊俊『鑪と鍛冶』1985年・岩崎美術社

(通史)

- * 飯田賢一『日本人と鉄』1982年・有斐閣
- * 飯田賢一『鉄の語る日本の歴史上下』1976年・そしえて
- * R. ベック；中沢護人訳『鉄の歴史』1974年・たたら書房

(日本の近代製鉄史)

- * 半沢周三『日本製鉄事始』1974年・新人物往来社
- * 大橋周治『幕末明治製鉄史』1975年・アグネ

(鉄の未来)

- * 新日鐵住金『鉄の未来が見える本』2016年・日本実業出版
- * W T ホーガン『21世紀の鉄鋼業』1996年・日鉄技術情報センター

次回

(下) 目次

第4話 鉄の機能を変化させる

- 鍛える
- 熱処理
- 成分で強くする
- ステンレススチール
- メッキ鋼板
- 電磁氣的性質

第5話 鉄という物質の未来

- 究極の物質としての鉄
- 金属とセラミックと高分子
- 結晶という物の構造
- 鉄という物質の強度の本質

○鉄という物質の磁性的性質

○鉄という物質の未来

第6話 鋼鉄の時代の終焉

○鉄鋼の需給関係と生産国の移り変わり

○従来資本主義的大工場生産性の行き詰まり

○学問の変遷 採鉱冶金から金属工学そして物性工学、その先は

○技術の蓄積とは

<西池氏裕氏略歴>

1944年生

1974年4月 川崎製鉄入社技術研究所

2000年～2004年 東京大学先端科学技術センター客員研究員

2006年4月 財団法人徳島経済研究所技術顧問（現）

2007年8月 徳島県経済成長戦略アドバイザー（兼）

2008年～ ひまわり俳句会主宰

2011年9月 徳島県教育委員長（～2012年8月）

