

和鐵と日本刀

～古代～近世における日本の製鉄と鍛造から学ぶ～
2024年5月23日(木) 13:30-17:15

1. はじめに

当専門委員会では、生産技術史部会、先端生産技術部会、生産哲学・倫理部会、生産と人間部会が年1回ずつ4回の研究会を企画・開催している。生産技術史部会では、生産技術のいにしえ～現在までの変遷などを精査し、人と技術とのあり方を、時代背景とともに、あるいは現在、さらには将来にわたって考えることを趣旨としている。

2. 研究会の概要

2023年度の生産技術史部会の研究会は2023年6月1日に諏訪市において「御神鏡と研磨～諏訪・八剱神社への銅鏡奉納にまつわる話題～」と題して開催した。古代の鏡は青銅製であり、青銅品は生産技術史上最古の金属製品である。日本では3世紀ごろのものが発掘されており、工具、武具、器としての実用品のほか、銅鐸や神鏡など祭祀や神器として使用されたとされている。

銅に15%程度の錫を入れることで、融点が下がり、かつ強度や光沢が増す。700℃程度の火力で casting でき、工具としての硬さを有し、磨くと鏡としての光沢も出る。生産技術的観点から大変興味深い金属である。

2024年度の研究会では鉄を取り上げた。鉄は生産技術上のみならず人類史全体にとっても革新的な材料である。その資源の豊富さ、強度、加工性などの観点で非常に優れた金属であり、現在もなお工業材料としての主力である。

鉄の製造には、1,300℃以上の火力が必要であるため、送風装置と炉の発明を待つ必要があった。日本では踏み鞆と、粘度で作った、たたら炉を用い、豊富に産出される砂鉄を還元する方法で銑（ずく）や鉄母（けら）を作った。銑から casting 品を、鉄母から鍛造品をそれぞれ製造した。

本研究会は、5月23日(木) 13時30分～17時15分、日本工業大学（埼玉県宮代町）において開催した。参加者



写真1 研究会の概要の解説（神 雅彦）

は会場およびオンラインにおいて約50名であった。古代から近世まで続いた製鉄法である「たたら製鉄」について、その歴史や方法、および科学的解釈に関して聴講および討論した。玉鋼から自由鍛造によって製作される「日本刀」について、刀匠の大野義光氏をお招きして作り方を伺った。また、玉鋼から日本刀製作法と同じ方法で小刀を製作する実習を行った学生からも体験談を聞いた。

3. 講演内容の概要

講演1「古代～近世日本の製鉄技術「たたら製鉄」

和鋼博物館 館長 荒川 優司氏

和鋼博物館は島根県安来市にあり、日本の伝統的製鉄法である「たたら」に関する唯一の総合博物館である。たたらは歴史と技術、設備と道具、原材料、あるいはたたら近代化と流通などについての貴重な資料を実物と映像とで紹介している。館の名称の「和鋼」は、東京帝国大学名誉教授であった俄国一氏によって命名された言葉で、たたら吹きにより生産された鋼のことをさす。

たたら製鉄のはじまりは6世紀後半であり、古代～近世にかけての製鉄跡は東北から九州地方までの全国に分布しているが、とりわけ山陰地方には多くの製鉄跡がある。



写真2 荒川さんの講演

たたら炉の原型は、図1に示すような、竪型たたら炉であるという。それがだんだんと大型化していき、鉄が大量に生産されるようになっていった。たたらの操業は明治時代まで続いたが、産業の近代化により反射炉、高炉へと変遷していった。

日本刀は、たたら製鉄によってできた玉鋼を材料としているが、現在では、その玉鋼を供給するために、公益財団法人日本美術刀剣保存協会によって年に数回たたらが操

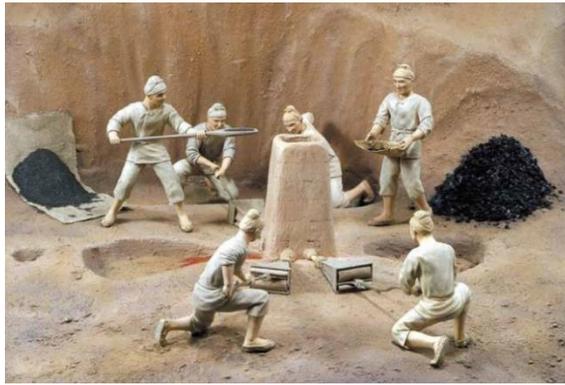


図1 古代製鉄遺構模型（荒川氏講演資料より）

業（日刀保たたら）されているのみである。

たたら製鉄には、1,350℃の高温の火力を発生させるため鞆と呼ばれる送風装置の発達が必要であった。その送風装置の仕組み、たたら炉の構造と砂鉄を還元するための仕組み、原料の砂鉄の成分や採取方法、燃料である松炭および檜炭の作り方や特徴など、多岐にわたる内容を丁寧に解説していただいた。なお、山陰地方の山陰とは「山の陰」ではなく、「山のお陰（恩恵）」という意味だという。

講演2「古代から現代・未来にわたる製鉄法の概観と和鉄の位置付け」

日本工業大学 教授 内田 祐一氏

鉄は地球全体の構成元素として最も多い元素だということである。「地球は鉄の星」と呼ばれる所以であるという。地殻のみでは、酸素とケイ素が大半を占め、鉄は5%程度で4番目となる。それでも多いと言える。

金属としての鉄の原料は鉄鉱石と砂鉄であるが、鉄鉱石は太古に生成された鉄鉱床が隆起したものであるのに対し、砂鉄はマグマ中の磁鉄鉱が噴火によって地上に出てきた生成されたという。

現在の溶鉱炉では、炉高が高いもので30mであり、最高温度も2,000℃を超える。高速に大量の鉄を作る。そこには不純物成分も還元されて含まれてしまうので、不純物を除去する後工程が必要になる。それに対し、たたら製鉄では炉高が1m程度で、温度が1,400℃付近で、細かい



写真2 内田先生による講演

砂鉄が低温で高速還元されるために、鉄中に不純物が入らず、スラグの分離もしやすいという特徴を持つという。

さらに、ご自身の研究を含む、新しいCO₂を排出しない水素の還元による製鉄法やマイクロ波による製鉄法も紹介された。製鉄の歴史、時代や地域に分類されたそれぞれの製鉄炉の特徴、できた鉄の特徴から、たたら製鉄の位置づけを導き出し、たたら製鉄を科学的かつ俯瞰的に眺めることができた。

講演3「日本刀の作刀とそれに込める想い」

刀匠 大野 義光氏

2020年に岡山県瀬戸内市が、上杉謙信・景勝の愛刀であったとされている国宝「太刀無銘一文字」を5億円で購入した。この太刀の刃文は「山鳥毛（さんちょうもう、やまどりげ、など）」と呼ばれ、鳥の羽毛のような複雑で華やかな刃文である。大野義光氏は、この山鳥毛の写し（再現品）を作刀される刀匠である。

講演では、ご自身が作刀された太刀および直刀の二振りが展示により紹介された。さらに、作刀工程の1/4スケールの実物見本もご持参いただき、その工程が解説された。講演時間の大半は質疑応答となり活発な討論がなされた。参加者は、日本刀の折返し鍛錬の理解、刀匠になるまでの修行の過程、刀匠という職業の厳しさを知った。

出展された日本刀の見学会では、写真3~6に示すように、日本刀をケース越しではなく間近に見学できるまたとない機会となった。刀匠との質疑応答、実際の重量感など、時間を延長しての見学が続いた。

なお、大野義光氏の講演および質疑応答の内容は別紙報告書に記したので、それも参照願いたい。



写真3 大野義光刀匠による講演



写真4 大野義光氏作刀の太刀



写真5 日本刀と作刀工程の展示



写真6 熱心に見入る参加者

講演4「温故知新ものづくり学」での学び 一小刀製作を通じてー

日本工業大学 機械工学科3年 大澤 伊吹さん

「温故知新ものづくり学」は、日本工業大学で開講されている演習科目である。この演習科目は、同大学の特色あるプログラムである「カレッジマイスタープログラム」の一つである。

この科目では、学生が日本の伝統工芸の中からやりたいテーマを探し、深く調査し、実際に職人から教わって体験し、それらを踏まえて研究論文にまとめる。体験は、いわゆる〇〇教室ではなく、実際の現場で職人から直接教わるということに興味としている。

大澤さんは、日本刀に興味があったため、いくつかの鍛錬場に出向き刀匠さんの話を聞き見学させてもらい、夏休

みを利用して小刀の折り返し鍛錬と火づくり、焼入れ、せんとやすりによる仕上の実習を行った。真夏の作業場は50℃を超え、かなりの体力と気力が必要だったとの感想である。教わり方は、刀匠さんがまずやって見せ、「見た通りにやれ（ばできる）」と作業をポンと渡す。しかし、それではできずがなく、そのお弟子さんが手取り足取り教えるという体験であった。

大澤さんの感想では、ものづくりを経験することによって、これまでの趣味の範疇から日本刀の見方ががらりと変わったという。本物から経験する価値がそこにある。

4. おわりに

日本における古代～近世の製鉄法「たたら製鉄」の歴史、その科学や技術の解釈、そしてたたら玉鋼から折返し鍛錬という鍛造法により結晶組織、炭素量および美しい形が調和した日本刀ができる過程について討論した。

たたら製鉄では、砂鉄と炭の炭素と炉壁のケイ素が絶妙に化学反応して不純物のない和鉄が生産される。折返し鍛錬でも玉鋼と炭と塗布する粘土のケイ素の作用により強靱な地金が生まれる。たたら操業を仕切るのは村下（むらげ）であり、作刀を仕切るのは刀匠である。両者とも、頭ではなく体による継承によって受け継がれている。

大野義光氏は冒頭に、「ここは場違いだと思っています。」と話された。すなわち、技能は知識ではないので、見たり聞いたりしたところで、本当のところは解らないということであろう。途中、何度も話された、「経験と勘だけです。」の言葉の重みは、会場を圧倒していたように感じた。

お忙しい中、丁寧なご講演をご準備頂いた講師の皆様には心より御礼申し上げます。次回は、先端生産技術部会研究会を**8月23日(金)**「バイオミメティクスの活用と微細加工～生物に学ぶ機能獲得からものづくりまで～」と題して、オンライン開催致します。皆様のご参加をお待ちしております。



写真7 大澤さんの講演

生産技術史部会 神 雅彦(文責)