



鉄の歴史

私見・鉄の歴史の周辺で-4

私の高炉コークス物語

— 日鉄輪西製鉄所のコーライト —

The Memories of Cokemaking at the Wanishi Steel Works

久田清明

Kiyoaki Hisada

関東大震災は私の小学校の一年の頃だったと思う。地面が揺れるので立って居られず近くの木にしがみついた事を今でも覚えている。中学時代は写真に凝り、夜、台所を暗がりにして現像をして、水洗いをして置くのだが、夏にはフィルムがペロペロに溶けてよく失敗をした。将来は写真材料の製造会社に入り、フィルムの研究をしようと思い、大学は応用化学科に入学をしたのである。が、卒業時は第二次世界大戦の前夜だった。

欧州では、ドイツはヒットラーのナチスが政権をとり、オーストリアを合併し、また、イタリアはファッショのムッソリーニの独裁政権がエチオピアに進出、日本は満州に進出、満州国を創立し清国の亡命皇帝溥儀氏を北京より連れ出し皇帝とした。これらが国際的に批判されたために国際連盟を脱退して日独伊三国で軍事同盟を作った時代で、国内では重化学工業中心、国内生産力の大幅な拡大が国策、一方、若い人々は兵役にとられるため企業は人員不足に陥り採用の要求が激しかった。遂には、私の卒業の年より大学卒業者は切符制によって就職することになった。私は、切符割り当てのない写真会社には入れず、切符を持っていた日鉄に入るようになった。

日鉄では北海道の輪西製鉄所に配属されたので昭和十五年の四月、上野の桜を見てから、東北線の夜行列車で室蘭に向かった。

赴任してみると、工場は日鉄の第三次拡充計画の進行中で、海岸は次々と埋め立てられ、新しい高炉も建設中で、広い砂原に煙突が五本立っていた。これは、後刻建設する予定の平炉の煙突であった。会社は活気に満ち溢れていて、私にとっては、実に楽しい会社生活を踏み出したのである。その時の埋め立地が現在の室蘭製鉄所である。

私の最初に担当した仕事は、輪西町のコーライト工場の現場技術者であった。コーライトについては、後述するように日本における独自開発の技術として大学で講義を受けていた

ので、ここで働ける事を誇らしく思っていたが、やがて新工場建設のため設計室に転属され、図面描きとなり、工場完成後は硫酸工場の担当技術者として二交替勤務となった。

この頃、既に永年にわたる日支事変や国際的な経済封鎖のため国内は物資不足が著しく、なかなか物資は手に入らない状態にあった。硫酸工場ではどうしても酸の飛沫を浴び、作業服はボロボロになるので故郷の母から手縫いの再生作業服を送って貰っていた。

翌年の昭和十六年十二月八日である。「本日未明、米英と戦闘状態に入れり」というラジオ放送を聞き茫然となった。私の上司であった課長の高田勇氏は勉強家で、アメリカの化学学会の会員となり、常に技術雑誌を読み欧米の技術を学んでいた。私にも「これを読め」と言われて、雑誌を読んで日米の技術格差の余りに大きいことに感じ入っていたので、これは大変なことになった、とても日本の技術水準では勝てないと思ったが、口にはできない。そんな中、まずは、戦勝祈願と誰かが言い出し、会社の神社である輪西神社に参拝に出掛けたが、皆、押し黙ったままで、万歳をすることすら忘れ、再びやり直したのであった。

緒戦は、自転車部隊のマレー半島の南下、パレンバンの下傘部隊攻撃など華やかな報道が続き、太平洋の島々も次々と占領した。然し、戦争が長引くに従い物資の不足は更にひどくなり生活は勿論のこと、工場の補修もままならず、また、燃料が欠乏し生産を中止せざるを得ない状況になった。戦況も占領していた太平洋の島々やフィリピンより日本軍は撤退し始めたが、逃げた山中では食料もなく、また、インド近くまで進出していた軍もインパール作戦に負け、悲惨な負け戦となり、多くの戦死者を出した。東京は度々ウェーキ島より飛来してくる米国のB29爆撃機に空爆され、昭和二十年三月の夜の夜空襲によって市内は殆ど焼き尽くされた。七月には、米軍第七艦隊が、日立、釜石を砲撃し、更に北海道の室蘭沖にまで来て、工場は激しい艦砲射撃を受けた。上

空には迎え撃つ日本の飛行機はなく米国機のみが上空におり、私は同僚と共に防空壕の中で非常用のビスケットを食べながら、ガラガラ、バラバラと砲弾の破片で工場が破壊されていく音を聞いていたのである。我々の社宅も砲撃を受けた。私の家は幸い扉に破片が当たっただけであったが、なくなった家や多くの死傷者も出た。その一ヶ月後、正午に工場のラジオの前で天皇の生の声を生れて初めて聞いた。終戦である。聞きながら涙が止まらなかった。

当時、世は「産めよ増やせよ」の国策の時代だった。私も昭和十八年の結婚後すぐ子どもができ、二歳の赤ん坊がいたが、終戦の時、妻が再び妊娠していた。食料配給の時代で、その食料も先行き不透明、終戦後ではあったがソ連軍の北海道への上陸も噂されていた。私一人になれば、なにが起きてもどうにかなろうと考え、妻子を妻の実家へ帰すことにして、お腹の大きい妻と幼い子どもを連れて福島県の田舎に送っていった。途中、青函連絡船は、戦争中に中国や朝鮮より炭鉱などに徴用されて来ていた人々の帰国が優先されており、我々は乗船するために四日かかった。十二月の雪の日、降り立った青森駅は空襲で屋根が破れてなくなっていた。雪の積もった屋根なしのプラットホームの情景は、今でも忘れられない。

そんなわけで、私は一人となり、輪西に帰り独身寮に入った。ちょうどこの時期、香春三樹次氏が八幡より製鉄所の所長として赴任して来られ、同じ独身寮に泊まっておられた。朝、歯を磨いていると、所長から「お前、入社したら直ぐ俺の部屋へ来い」といわれた。行くと「お前にコークスの研究をしてもらうことにした。ついて来い」と言う。ついて行った先はコークス課で、課の全員を集め「この男に輪西製鉄所の再開のためにコークスの研究をしてもらうことにした。この男の言うことは俺の命令と思って聞いてやってくれ」と紹介された。昭和二十一年の二月のことである。この時が、私の今まで考えても見なかった石炭やコークスと付き合うことになった契機の時である。付き合ってたことは、原料炭の問題で量と質とに問題があった。

量の問題は、増産により解決すべきことである。その方法は当然、夕張地区の炭鉱の新鉱開発である。私たちは新鉱開発のため試掘炭の原料炭としての評価を担当した。

あとからあとからと試掘炭が送られてきた。私たちも調査のために炭鉱に出向いて坑内にも入った。坑内は考えも及ばない程巨大で複雑であった。私は坑内を歩いた後、外に出て坂が歩けなくなり、坂道をジグザグに歩いて皆に笑われた。こうして夕張炭田の芦別地区が新しく開かれた。その試験結果の膨大な報告書は、今も室蘭製鉄所にある筈である。

溯って戦中の昭和十八年のことだ。室蘭製鉄所の日鉄第三次拡充計画によって埋立造成された仲町工場の片隅にあるバ

ラックの部屋に、生産督励のための行政査察使（我々は勅使と呼んでいた）の藤原銀次郎氏（後に慶応大学に工学部を創設した）を迎えた。氏の傍らには軍の将校が日本刀を抜刀して床に突き刺し、所側の幹部を睨み付けていた。所側は伊能泰二（いよくたいじ）所長以下幹部が居並んでいた。査察使は、北支よりの輸送船が撃沈され輸送力が減退したため、北海道炭を多量に使用し、強粘結炭の輸入を止めたいということ。それと共に銑鉄の増産の要請のために来所したのであった。当時の製鉄所の橋本武磨製鉄部長は北海道炭の性質を説明し「たとえ陛下の御命令でありましようとも、自然の科学を歪めることはできません」と答えた。やがて氏は左遷された。然しこの答えは輪西にて製鉄業を始めて以来、コークス製造に携わる技術者たちの永年の苦悩を代弁する言葉であった。

つまり、それは北海道炭の質の問題である。

さて、高炉は「充填塔」である。従って、順調な作業を行うには、塔内で均一な通風が行われることが最も重要である。そのためには、塔内の充填物はできる限り均一でかつ塔に適した大きさが必要である。大きすぎても細かすぎても、または、極端な大小の混在も許されない。できるだけ均一で適当な大きさの固い塊であることが要求される。コークスは原料炭（コークス製造用石炭）を、空気を断って温度を上げると（これを乾溜という）、450℃位で一様に溶け、鉛のようなプラスチック状になり、ガスを盛んに発生し始める。更に加熱すると、このプラスチックは900℃位でガスの発生が止まり、収縮して固まりコークスとなる。原料炭の種類（性質）によって、このプラスチック状態におけるプラスチックの流動度（粘さ）は大変に異なる。一般的に言えば、国産の原料炭は流動度が大きい（粘さがない）。対して強粘結炭と言われる輸入粘結炭は流動度が小さい（粘い）。この差の原因の原理は原料炭がプラスチック状態になった時に、そのプラスチックの中にプラスチックに不溶な成分が多く含まれて存在しているかどうかによる。多く含まれていれば、粘いことになる。

プラスチックは更に高温になると固化してコークスになるわけであるが、固化する際は、収縮する。その時コークス内部に亀裂の核が生じる⁴⁾。よく我々が粘土の塊を乾燥させると亀裂が生ずるが、これと同じ現象である（図1）。

このためコークスの塊を落下させたりして衝撃を与えると小さく碎ける。コークスの内に存在する亀裂により碎けるわけで、亀裂が多ければ細かく多数の破片に碎ける。この衝撃によって細かく碎けやすいか、やや大きめに碎けるかはコークス内の亀裂の分布の大小と多少によって決まるわけである。

さて、高炉用に使用するコークスの良否を評価するには、

灰分と強さが大切である(表1)。灰分は高炉ではノロ(スラグ)となるので少ないほどよいことは当然である。石炭は洗炭により灰分を少なくすることは容易であるが、問題はコークスの強さである。コークスの強さには固さと強度がある。固さは摩耗に対するものでマイクロストレングスと言い、国内炭は充分固く対摩耗性は充分であるが、強度、つまり衝撃によって細かく砕けやすいという欠点がある。小さく砕けることは、前述のように一定の大きさを必要とする高炉用にはよろしくない。大きすぎるコークス塊は破碎機で適当な大きさに砕き、必要な大きにすることができるが、細かく砕けるつまり強度の少ないコークスは高炉には使用できない。一般的には、かつてはコークスの適当な大きさを「拳大」(コブシ)であると言っていた。私が当時有名製鉄技術屋の八幡製鉄所の和田亀吉氏(我々、皆はワダカメと言って親しんでいた)に、拳と言っても相撲取りの拳もあれば、赤ん坊の拳もあるが、どちらのことか、耗(ミリメートル)で言って

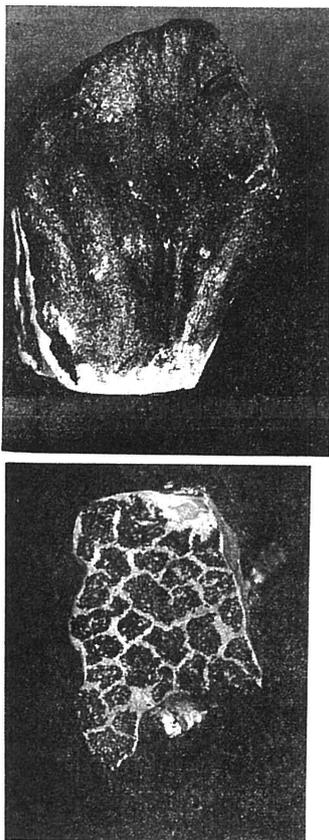


図1 国内炭コークス塊とその切断図

表1 原料炭の分析例

	灰分 (%)	揮発分 (%)
国内炭	10.41	37.0
(大夕張)	6.24	40.6
米国強粘結炭	16.73	26.6
中国かいらん炭	18.2	25.8

くれと言ったら、彼は困って、平均粒度という言葉とその測定法を作れと言ったので我々が燃料協会で協議して作った。これが今ではJISになっているとのことである。例えばその頃の一つの高炉においては最も適当な平均粒度は55 m/mであった。これは、一年間にわたり、高炉前のコークスの平均粒度を測定し、一方高炉の出銑量、コークス比との関係を図にして求めたものである⁶⁾。

国内原料炭を用いて強度の大きい高炉用のコークスを製造するにはいかにすべきか。強粘結炭を輸入して国内炭に混ぜてコークス炉に装入することが最も容易である。従って、輸入強粘結炭は高炉用コークス製造には欠かせないものである。中国では強粘結炭が多量に産出するので、以前より日本はこれを輸入して、これを配合炭としてコークス製造に使用していたのである。

前述した戦時中に来所された査察使は、まさにこの輸入炭を減少して北海道の国内炭だけで高炉用コークスを製造し、高炉の生産性をあげよ、と命じたのである。もちろん、国内炭だけで生産性を上げることができれば最も望ましいことで、当然、以前より研究努力されていた。北海道炭から亀裂の少ない細かく砕け難いコークスをつくるということは、輪西に製鉄所が創設されて以来の最大の努力問題であったのである。

この解決方法は、前述したように輸入強粘結炭のように原料炭がプラスチック状態になった際にプラスチック内に不溶性成分が多くあれば亀裂が少なくなるので、不溶性成分を適量配合することであろう。その成分は石炭系のものであるべきで、実際には半成コークスを使用した。

半成コークスと言うのは、石炭を500℃から600℃の温度まで乾溜処理したコークスのことで、まだ揮発分は残っている。粘結炭を使用するとその温度ではプラスチックになり取り扱いが困難であるが、不粘結炭ならばこの温度でもプラスチック状にはならないので取り扱いが易しい(図2、3、4)。そのため、半成コークスの原料炭としては不粘結炭が使用されたのである。

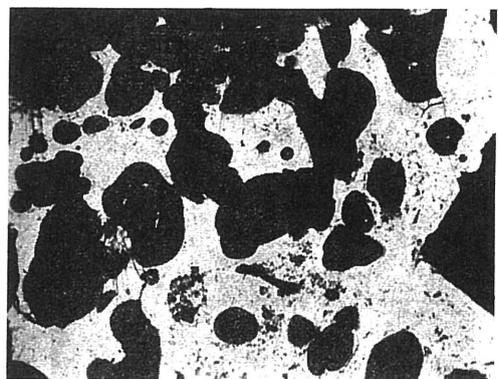


図2 コークスの組織(北海道炭単味コークス)

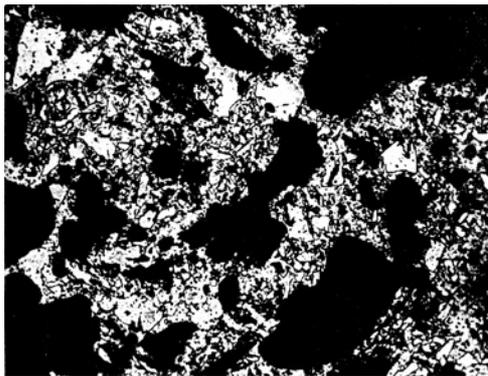


図3 コークスの組織 (コーライト配合コークス)



図4 コークスの組織 (米国輸入強粘結炭)

この半成コークスを輪西製鉄所では商品名として「コーライト」と称したので「コーライト」は国内では一般名として用いられた(表2)。石炭のプラスチック状態における不溶性分としてコーライトを配合する方法を「コーライト法」と称せられるようになった。このコーライト法の原理は、世界的には文献的には既知のことではあったが、輪西製鉄所が初めて工業的に独自技術によって工業化したものである。

工業化は、明治四十一年に下村孝太郎博士が「X炭法」と名付け特許を申請している。その工業化の努力は、株式会社輪西製鉄所時代の技師長川口正名氏、更に製鉄合同によってできた日本製鉄株式会社輪西製鉄所時代には福永登氏、橋本武磨氏等が引き継いだ。工場建設は不況のため延び延びになり、コーライト生産能力年間10万屯の工場が完成したのは昭和十一年になってからだった。この設備は、ロータリーキルン(径2m、長さ20m)で、キルンは水平で内部に羽根があってキルンの回転によって内部石炭が移動し、キルンは大きなガス炉の中にあつて、間接的に熱されるようになっている。

輪西製鉄所には、輪西町工場にこのキルンが四基並んでいた。

キルンの内部の石炭は500～600℃に加熱乾溜されるので、低温乾溜ガスや低温タールが発生する。もちろん、それ

表2 コーライトの分析表(%)

	湿分	灰分	揮発分	固定炭素
コーライト原料炭	9.4	14.5	39.0	46.5
コーライト	3.3	17.8	20.4	61.8

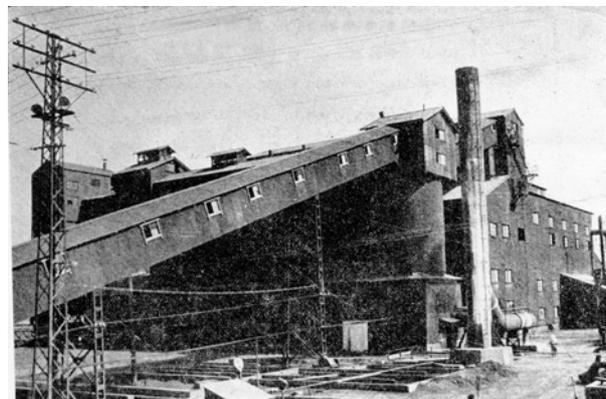


図5 コーライト工場

らは回収された。低温乾溜ガスの成分は高温乾溜ガスとは異なり、成分的に石油系のガスであり、また、低温タールは石油系原油に近いので、コーライトと共にガソリン、重油、パラフィンをも製造していた。即ち、石炭より石油を作る人造石油ということになる。従って、この設備は当時の国策だった人造石油事業のひとつとして、政府より援助されていた。人造石油事業は別に石炭をガス化し、CO、H₂を製造してガソリンを合成する。純然たる合成ガソリンも他所には多く国策に従い製造されていたが、この輪西の方法は珍しい独自の技術の一つとなっていた。それで、コーライト法は大学において講義をされたのである。

要するに、発生ガスにより人造石油製造を行いつつ、一方で高炉用コークス製造のためのコーライトを製造するというユニークな技術である。このコーライトを配合して製造したコークスが輪西町の高炉に使用されていたのである。

しかし、このコーライト配合コークスは強度があまり高くなかった。輪西町の小型高炉への使用はできたが、第三次建設によって新しく設置された仲町の大型高炉には、強度不足で使用出来なかった。そのため仲町工場の大型高炉用のコークスは既述のように輸入強粘炭の配合によって製造されていたのである。戦時中も、もちろん、引き続き輸入していたのだが、戦争末期、さらには終戦後、この輸入が途絶したためコークスの強度が劣化し高炉の作業は困難を極め、トラブルが続出した。そして、遂に高炉が崩壊し、十数名の死者を出すという世界でもかつてなかった大事故を起したのだった。私は、野次馬で、この時すぐに見に行つたのであるが、高炉のある場所はあの大きい炉はなく空々としていてあの騒音もなく静まり返りなんとも言えないさみしい気持ちになつ

た。詳細は、小野田製鉄部長が「鉄と鋼」誌に報告した筈である。

終戦後の昭和二十一年初め輪西製鉄所に赴任して来られた香春所長は、輸入が出来ないので輸入炭に頼らない高炉用コークス製造法の唯一残された道、コーライト法を進めようとして、私に石炭コークスの研究を命ぜられたのである。私が試験掛長となり、掛員はその年大学を卒業して入社した技術系の者全員で機械、電気、土木、など種々の学科の卒業者であった。後に新日鉄の副社長になられた山内仁さんもその中の一人である。彼は大学時代バレーボールの選手であったので彼のお蔭でこの輪西製鉄所全所で最小の掛が所内課対抗バレーボール大会に出場し優勝したのであった。

もちろん、輸入炭に頼らないためにはコーライトを使用する以外の方法はない。原料炭に配合するコーライトの粒度によってその効果が異なることを利用したのである(表3、4)。粒度を細かくすると、その効果が大変大きいことはわかってはいたが、従来輪西町の高炉ではそれほど強いコークスは必要がなかったのである。そこで、コーライトを微粉にして配合すればコークスの強度は向上し、仲町の大型高炉にも使用することができるコークスができるだろうと考えたのである。つまり、戦時中に行っていたコーライト法をそのまま利用し、配合途上にコーライトの微粉化のプロセスを追加することである。私に課せられたのは、この微粉化の効果の立証研究試験で、実験や工業化試験によってこれを確かめることであった。

それで、私は試験室を見に行ったのであるが、器具は天秤と灰分測定用の磁器製の皿とルツボがあるのみだった。コークス化の試験は五ガロン缶に試料石炭を詰めコークス炉の炭化室に投げ込み、コークスの押し出しと共に、ワーフに落下した缶を拾い、その中にあるコークスを試験する所謂「缶焼き試験」である。試料作成のための粉碎機は窯業課にあった

表3 配合コーライトの粒度とコークスの強度(配合割合20%)

コーライト粒度(m/m)	コークス強度
0.3以下	92.9
0.3~0.6	85.6
0.6~1.5	79.9
1.5~3.0	74.5

表4 コーライト微粉の配合割合とコークス強度

配合割合(%)	コークス強度
0	73.5
5	74.0
10	82.3
15	88.5
20	91.5

フレットミルを用い、運搬はモッコに入れて担いで運んだ。その姿を香春所長が「オーイ、オーイ」と遠くから手を挙げて見ていた。この光景は忘れられない。今は亡き香春オヤジの姿である。氏は私を呼ぶのに「おい、ハゲ」という。毛が薄いからである。私はいつも「世の中に合わせ鏡というものがある。自分の頭を見たら」と言って反論したものである。が氏はどうしても止めようとはしなかった。

コークス炉による試験は輪西町のコークス炉を用いた。実際のコークス炉に試験炭を装入するのだが、これは装入量が少量で済むからである。少量と言っても、確か、その量は11tであったように覚えている。そのための11tの試験炭を用意する事も、炉上に運搬することも大変なので、コークスコンベアを逆に運転して運ぶことを考えたがなかなか難しく、試料炭を袋に入れて置き、朝、出勤してきたコークス課の従業員に仕事始めにその袋を各人一つずつ炉上に運んでもらったのである。

そういった試験の結果、コークス課で設備が追加され作業がされるようになり、微粉碎コーライトを15~20%くらい配合することによって、単味強度60~70のコークスが84の強度のコークスとなり、これが工業的に恒常的に得られる様になった。実験室で充分に混合する試験では、強度90のコークスも得られた。

この新設備により製造されたコークスは、輪西町高炉で三ヶ月間の試験使用によって確信を得た後、仲町の大型高炉を再開し、このコークスを使用した。その後の高炉作業は順調で、コークスの取り扱いを慎重にして、コークスの粒度管理をしたため、却って成績は良好で、新記録が続出するようになった。コークスの強度と銑鉄生産量は、当時全従業員の最大関心事となっていたので、毎日、食堂に書き出されていた。皆、毎日、昼食時にこれを見て、成績の良い日には話題にして喜んだ。

かくして輪西製鉄所、いや、日本の近代的な製鉄所において全く輸入強粘結炭を使用せず、国内炭のみによって製造された高炉コークスを利用して銑鉄の生産を行うことができたのである。日本の製鉄技術者の永年の夢がここに達せられたのである。関係技術者は大いに胸を張ったのであった。

この工業化によって、昭和二十六年、毎日新聞社が創設した毎日工業技術賞を三鬼社長、香春所長、小野田製鉄部長、研究者の私も受賞したのである。

この技術での生産は、その後、銑鉄の生産増につれコーライト不足をきたし、ソ連樺太より輸入されたこともあったが、コーライト法はその分高コストになるので、やがて米国、カナダ、オーストラリアなどより強粘結炭の輸入が可能となったため、昭和二十六年にコーライト使用は中止されることになったのだった。

永野社長はこの歴史的な技術の跡を惜しんで、工場が休止した後も工場を永く残していたのであるが、室蘭市の都市計画の関係で輪西町工場の全面撤収に伴い、輪西町の高炉群の跡と共に姿を消した。また、最近の新聞によれば、夕張炭鉱も閉山するとのこと。つくづく世の変遷を思い、感慨ひとしおの思いである。

参考文献

- 1) 久田 清明：北海道炭による高炉コークスの製造，鉄と鋼，35，9 (1949)，287.
- 2) コーライト配合による製鉄用コークスの製造，本邦コークス工業最近の進歩，燃料協会誌，(1950)
- 3) コークス強度に関する考察，本邦コークス工業最近の進歩，燃料協会誌，(1952)
- 4) コークスの亀裂に関する研究，本邦コークス工業最近の進歩，燃料協会誌，(1953)
- 5) プラストメーターの利用について，本邦コークス工業最近の進歩，燃料協会誌，(1953)
- 6) 高炉装入物の粒度について，本邦コークス工業最近の進歩，燃料協会誌，(1955)
- 7) 原料炭の膨張圧について，本邦コークス工業最近の進歩，燃料協会誌，(1956)

(2000年11月6日受付)

ブックレビュー

材料学シリーズ 入門 材料電磁プロセッシング

浅井滋生著

2000年9月 (株)内田老鶴圃発行 (Tel.03-3945-6781)

●A5判 118頁 本体価格3,000円(消費税別)

“材料電磁プロセッシング”は材料工学の中でここ10年間で体系化されつつある新しい学問分野である。熱力学、移動現象論やプラズマ工学からなる材料プロセッシングに電磁気学と流体力学をベースとした電磁流体力学を導入したものであり、電磁気の機能を活用して材料を創成あるいは合理的材料製造法を設計する工学である。

本書は、材料電磁プロセッシングの生い立ち、電磁場が導電性流体に示す諸機能、材料製造工程への活用法並びにその実例がわかり易く説明されている。さらに、近年超伝導マグネットの普及により強磁場における興味深い新現象が確認されているが、強磁場の材料科学として新材料の創成に適用可能な現象が概説されている。また、入門書として、材料電磁プロセッシングで必要になる電磁流体力学の基礎について厳密な理論展開と数式が紹介されているが、これは初学者ばかりではなくこの分野の第一線の研究者にとっても理論的な展開を概観でき非常に有用である。

著者はこの分野の研究に携わり創成から育成・発展に尽力されてきた世界の第一人者であり、本分野の教科書の執筆者としてはこれ以上の適任者はいない。

本書は「材料学シリーズ」の一冊として刊行されたものであり、材料関係の学部学生、大学院生の貴重な教科書として、また、この分野の企業の研究者、エンジニアの参考書として、是非手元に置いておくことをお勧めしたい一冊である。

((財)金属系材料研究開発センター 研究開発部 戸澤 宏一)