

「鉄と鋼」第100巻記念連動記事
エポックを作った人物紹介-2

的場幸雄先生と鉄冶金熱力学

Professor Yukio Matoba and Thermodynamics for Ferrous Metallurgy

田中敏宏
Toshihiro Tanaka

大阪大学大学院工学研究科
マテリアル生産科学専攻
教授

1 はじめに

「鉄と鋼」誌の100周年記念にあたり、製鋼分野のエポックメイキングな人物についての記事執筆の依頼を受けてから、日本の製鋼分野の学問を特徴づけている鉄冶金熱力学の視点から見て、故東北大学名誉教授・的場幸雄先生が最も相応しい人物であると確信した。的場先生に辿り着いた経緯を下記に述べさせていただきます。

製鋼プロセスは基本的に反応・凝固プロセスであるため、常に動的であり、非平衡状態であるが、熱力学的性質に準じた挙動を示す。そのため、熱力学的情報はいまなお重要視されている。その基本となる鉄冶金熱力学に関して言えば、日本でのこの分野の特徴のひとつは、緻密な測定がなされ、さらに各種化学反応に対する自由エネルギー変化や相互作用母係数・相互作用助係数などの活量に関する情報が世界に類を見ないほど精密に評価されている点を挙げることができ、その結果、これらの熱力学情報は製鋼反応の解析にかなり活用されている。特にCALPHAD法と呼ばれる平衡状態図を再現するように構築された熱力学データベースは現在では世界的規模で充実し活用されているものの、製鋼反応の解析に際しては、これらの最新の熱力学データベースとは独立に上述の化学反応、相互作用助係数等のデータが活用されており、3年前には新たな情報が整理されたデータ集¹⁾が学振製鋼19委員会から1984年度版²⁾(英文版³⁾は1988年)に続いて出版されている。それでは、この製鋼プロセスを記述する鉄冶金熱力学の研究分野を日本で最初に本格的に始められたのはどなただったのかと常々思ってきた。私が学生のころ、私の恩師の森田善一郎教授は、森田先生ご自身が学生の頃は鉄冶金学の講義の内容は設備の寸法なども含め、製錬装置の話が主だったことや、当時は熱力学の講義はなかったことを話されていた記憶がある。そこで、日本の製鋼プロセスにおける鉄冶金熱力学の源流がどこにあるかについてかねてより非常に

興味をもっていた。実は、東北大学名誉教授の日野光元先生がこの点についてすでに詳細に調べられていて、貴重な情報を多々お持ちで、日野先生から沢山の資料^{4,5)}を頂戴した。これらの資料を拝見した際、その内容があまりにも興味深く当時の様子が目に浮かぶくらい何度も貪り読んだ。そこで、いただいた資料^{4,5)}を基に、私の理解する範囲で日本における鉄冶金学と製鋼プロセスにおける熱力学の原点がどこにあるかを鉄冶金熱力学をこの上なく愛する立場で述べさせていただきます。

2 わが国の鉄冶金学の源流

我が国で、冶金学の教育が基礎から順を追って組織的に行われるようになったのは、明治10年(1877年)前後で現東京大学工学部の前身となる工部大学校と東京大学理学部がその後合併して工科大学になる頃のものである。工部大学校の冶金学は、E.F. Mondayという工学教師が兼務し、専門教師はいなかったため、東京大学理学部のCurt Netto先生が我が国に冶金学を初めて定着させた人と言われている。Netto先生(1847-1909)は当初技師として渡日し、その後、30歳から39歳の壮年期を東京大学のために冶金学を講じておられた。当時の冶金学はまだ今日のように細分化しておらず、Netto先生がお一人で冶金学の全領域を担当されていたようである。Netto先生の門下には野呂景義先生ら鉄冶金学の大先輩がおられ、野呂先生らはNetto先生の母校であるドイツのフライブルグ鉱山科学大学(TU Bergakademie Freiberg)に留学されている。その後、冶金学だけでなく、採鉱、選鉱学関係の人々も数多くFreibergに留学し、一時期、Freibergは日本の採鉱冶金学にとってメッカの観があったそうである。この当時のフライブルグ鉱山科学大学に関しては、日野先生が鉄と鋼の100周年記念号で詳述されている⁹⁾。

野呂先生がフライブルグ鉱山科学大学に留学された頃の

同大学における鉄冶金学の教授はAdolf Ledebur教授で、その後、野呂先生門下の俵国一先生もFreibergに留学されており、我が国の鉄冶金学の源流はProf. Ledeburに求められるようである。その後、野呂先生は東京大学にて鉄冶金学の体系的な講義を始められ、教職の傍ら、政財界の方々と「国営製鉄所の設立」を政府に建言され、これが後の八幡製鉄所として実現している。野呂先生はまた日本鉄鋼協会創立を提唱され、初代会長に就任されている。この日本鉄鋼協会設立に関しても日野先生が鉄と鋼の100周年記念号で詳述されている⁹⁾。

俵論文賞に名を残されている俵国一先生は野呂先生の門下として明治30年に東京大学をご卒業され、Freibergに留学された後、東京大学教授にご就任され、昭和7年に定年退官されている。俵国一先生は我が国への金属組織学の導入者であり、ご定年後は、学振19委員会、学振54委員会を設立されている。この俵先生の門下として、後々大変重要な人物となる大石源治先生が明治45年、東京大学の鉄冶金学課程を卒業されている。

一方、1916(大正5)年頃から東北大学における工科大学新設の構想が具体的に協議され、同大学に应用化学、電気工学、機械工学、金属工学(当初の構想では採鉱学及冶金学)の4学科を開設することになり、金属工学科は1923(大正12)年5月設立され、鉄冶金学講座は第1講座の名称で発足している。当時学科創設に参画したのは東北帝国大学小川正孝総長、本多光太郎教授と、東京帝国大学教授の俵国一先生であった。そのような状況から、俵先生の弟子の一人で、東京帝国大学卒の当時八幡製鉄所技師であった大石源治先生を1922(大正11)年9月工学部講師に委嘱し、当時東北帝国大学金属材料研究所の講師であった村上武次郎先生(後の文化勲章受章者)と協力して、新学科開設の準備に当たった後、1923(大正12)年5月大石先生は初代鉄冶金学講座教授として赴任した。

製鋼法の物理化学的研究がドイツ、英国、米国などで始められたのは、上述の東北大学に金属工学科が設置された少し前あたりで、第一次世界大戦後、おそらく1920年ごろのようである。“Faraday Soc. I.S.I. : Joint Discussion on the Physical Chemistry of Steelmaking”という書物が1925年に公刊されており、その少し前から研究活動が始まっているようである。大石先生は第一次世界大戦後まもなく、英国のシェフィールドに滞在され、欧州における製鋼の物理化学に関する学界の黎明期を肌で感じられたと思われる。

東北帝国大学の金属工学科鉄冶金学講座が発足した2年後の1925(大正14)年3月、同大理学部から柴田善一先生が鉄冶金学講座の講師として迎えられている。柴田先生はその後1927(昭和2)年5月助教授に昇任し、1935(昭和5)年10月北海道帝国大学理学部無機化学教室(元教授の丹羽貴知蔵先生、横川敏雄先生の研究室)の教授として転出し、北海道大

学の鉄冶金学教室の創設に当たっておられる。なお、柴田先生の理学部での恩師は元旧制五高で無機化学の教鞭をとっておられた石川教授であった。旧制五高時代の石川先生の教え子には、的場幸雄先生がおられ、柴田先生、京都大学の鉄冶金学講座の元教授澤村宏先生などがおられ、仙台の東北帝国大学理学部での教え子としては、故名古屋大学名誉教授佐野幸吉先生(東京大学名誉教授の佐野信雄教授の御尊父)などがおられたそうである。

3 鉄冶金熱力学の導入 (的場先生の業績-1)

上述のような状況の中で大石先生は製鋼物理化学のご研究を始められ、1929年東京で開かれた「万国工学会議」に溶鋼中のMnについての論文を提出されている。これは八幡製鉄所の平炉から試料を採取して研究されたものであるが、製鋼法の物理化学的研究としては我が国最初のものであったとのことである。しかしながら大変残念なことに、大石先生は1933(昭和8)年4月急性肺炎で急逝された。

大石教授の後を継がれたのが、旧制五高、九州帝国大学を卒業後、1924(大正13)年4月に講師として着任し、1930(昭和5)年5月助教授に昇任されていた、第4講座(金属材料学講座)の的場幸雄先生であった。大石先生の急逝に伴い鉄冶金学講座に転籍した的場幸雄助教授は、1936(昭和11)年3月教授に昇任し、昭和14年3月鶴野達二先生を講師に迎えられた。鶴野先生は昭和16年5月に昇進後、昭和20年9月同大学選鉱製錬研究所(現・多元物質科学研究所)助教授に転じ、後に北海道大学工学部教授に転任し、鉄冶金学講座(石井邦直先生の研究室)の発展に貢献された。鶴野先生の後任には、後に的場幸雄先生の後継者となられる不破祐先生が就任された。

的場幸雄先生が鉄冶金学を担当される前までは、東北帝国大学での講義の内容は炉のサイズとか採鉱方法等だったが、的場先生からは製鋼反応を化学式で書いてその理屈・理論を説明するという内容になったとのことである。このことは前述の大石先生が物理化学的研究を始められた流れの中で、理学部出身の柴田先生や旧制五高で教育を受けた石川先生の影響が大きな一因であったと思われる。このように、鉄冶金熱力学を本格的に導入された的場先生は、特に製鋼の基礎である溶鉄中の炭素と酸素の平衡に関するご研究を始められ、1600℃の高温において世界で初めて熱力学的に正確な測定を行われている。このことは、後年、的場先生よりも一年代上の大教授であったスウェーデンのコーリング教授が的場先生と同様の研究を行い、的場先生の測定値以上に良い値は得られなかったとスウェーデンの学会誌に報告されていることからわかる。さらにアメリカのMITのJohn Chipman教授は、

自分よりも以前にすでにこのような熱力学的手法を正しく利用した立派な研究論文に驚き、的場先生に敬意を払われ、昭和31年、Chipman先生はこの分野の世界的学者を招き、エンディコットハウスコンファレンスを開催された際には、参加者60名の中で、欧米以外からは的場先生がただ一人招待されている。その後昭和40年、的場先生は富士製鐵副社長として、Chipman先生ご夫妻を日本にご招待され、日本の主な大学、企業の研究所、製鉄所などを訪問されている。Chipman先生は以来、日本に大変親近感を持たれ、日本の製鋼分野の発展にも大きく寄与されている。

以上を書き終えた瞬間に、私の卒論のテーマであったFe-C系状態図の熱力学を当時勉強する際に何度も読み返したBanya/Chipmanによる同合金系における活量測定¹⁰⁾の著者でいらっしゃるChipman先生と日本の関わりや、ヨーロッパを源流とする製鋼分野の物理化学の流れが私の中で一つに結びつき、日本における製鋼分野の鉄冶金熱力学の原点に的場先生がいらっしゃることを改めて確認でき、もやもやしていた疑問が晴れやかに解決した。

以上のように、日本の製鋼分野における鉄冶金熱力学のルーツをたどると、その後の日本の大学における鉄冶金学の発展の流れがわかる。ご参考までに図1には鉄冶金学の系譜を記載させていただく⁵⁾。上述の鉄冶金熱力学の展開に関する記述の中には、日本鉄鋼協会100周年の礎を築かれた先生方のお名前が多数現れ、そして的場先生と繋がっている様子がお分かり頂けると思う。また、今日当たり前のように利用している製鋼分野の鉄冶金熱力学の日本における黎明期の様子もご理解頂けると思う。その原点は的場先生にあるといえ、製鋼分野におけるエポックメイキングな人物を一人選びなさいと言われれば、的場先生が最も相応しい人物であるのご同意いただけると思っている。

4 人材育成 (的場先生の業績-2)

製鋼分野では、大学においても、企業においてもこの100年の同分野の発展を一人の方に帰するのは非常に難しい。一つには、戦後の日本の復興を国が後押しし、製鉄会社が一団となって鉄鋼技術の発展を進め、個人の業績よりも我が国の発展を最優先したことも要因のひとつである。しかし、この分野に学術的な息吹を吹き込み、産学一体となって躍進するための共通の学問基盤を作られた的場先生のご努力は、並大抵ではなく、あえて荒波に乗り出された先生の先見の明とその後のきらびやかな研究者(大学そして企業においても)を育成された業績は極めて大きい。的場先生門下から輩出された不破先生、萬谷先生、井口先生、日野先生をはじめとする方々から直接に、さらには、その影響力をもって間接的に、各大学の製鋼分野の研究室が発展し、活発な研究活動が展開され、さらには、そこから数多くの優秀な製鋼分野の研究者・技術者が輩出され、今日の製鋼分野が築かれたといつてよいと思う。

日本の鉄鋼業界の技術力は勿論世界一を目指して数多くの方々が携わってこられた賜物であるが、それを支えた人材育成を長期的にまた幅広く行ってきたことが大きな要因である。また、今後の製鋼技術分野においても、技術力のさらなる発展は勿論大きな因子であるが、それ以上にこの分野の人材育成が、将来を左右する極めて大きな要因となると思われる。人材の育成はその成果が出る前に10年、20年を要する。先の見えない最初の一步を踏み出す誰かが、実は非常に大きな役割を果たすことになる。それ故に、的場先生を源流とする製鋼分野の人脈は、日本の製鋼分野の宝物であり、これまでの、そしてこれからのさらなる展開に誇りを持って、次の200周年を目指した人材育成と技術の発展を期待したい。

的場先生のご略歴は下記の通りである。

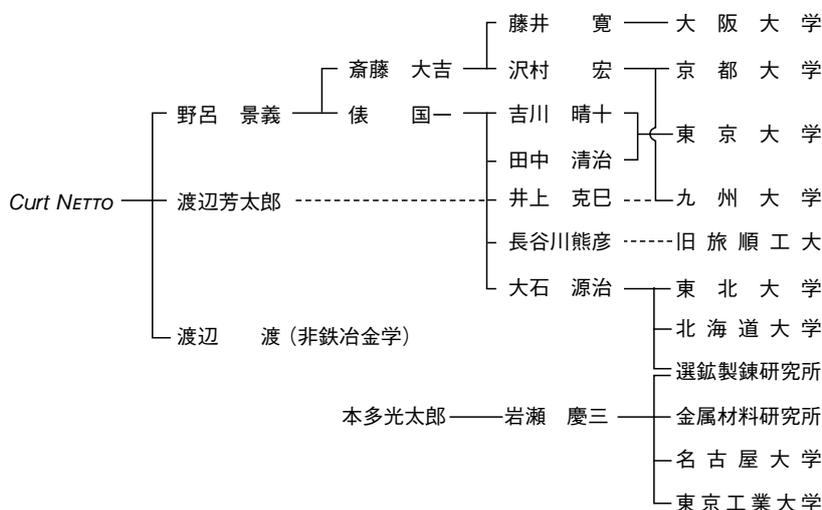


図1 鉄冶金学の系譜



的場幸雄先生ご略歴

明治32年 3月23日 東京に生まれる
 大正10年 3月 第五高等学校卒業
 大正13年 3月 九州帝国大学工学部冶金学科卒業
 大正13年 4月 東北帝国大学講師
 昭和 2年 5月 東北帝国大学助教授
 昭和10年11月 工学博士
 昭和11年 3月 東北帝国大学教授
 昭和15年 1月 日本学術振興会製鋼第19小委員会委員、鉄鋼反応協議会主査 (昭和30~37年)
 昭和15年 2月 秋田鉱山専門学校講師 (～昭和23年)
 昭和16年 6月 東北帝国大学選鉱製錬研究所所員 (～昭和37年)
 昭和17年10月 北海道帝国大学講師 (～昭和18年)
 昭和18年 5月 日本学術振興会製鉄第54小委員会委員
 日本学術振興会製鉄第54委員会委員長 (昭和24年~37年)
 昭和20年 1月 九州帝国大学講師 (～昭和21年 6月)
 昭和21年 4月 東北帝国大学選鉱製錬研究所所長 (事務取扱) (～昭和21年 6月)
 昭和22年 5月 九州帝国大学教授 (兼職) (～昭和25年 6月)
 昭和27年 5月 岩手大学教授 (兼職) (～昭和28年 3月)
 昭和28年 7月 北大学金属材料研究所教授 (併任) (～昭和37年)
 昭和30年 6月 日本金属学会会長 (～昭和31年 3月)
 昭和34年 4月 東北大学工学部長および同大学院工学研究科長 (～昭和37年 3月)
 昭和34年 4月 日本鉄鋼協会副会長 (～昭和35年)
 昭和35年 1月 日本学術会議会員 (～昭和38年)
 昭和35年 5月 科学技術庁金属材料技術研究所科学研究官 (併任) (～昭和37年)
 昭和36年 5月 東北大学工業教員養成所々長 (併任) (～昭和37年)
 昭和37年 3月 東北大学退官
 昭和37年 4月 東北大学名誉教授
 昭和37年 5月 富士製鉄株式会社中央研究所所長

昭和37年 7月 富士製鉄株式会社副社長ならびに中央研究所所長 (～昭和44年5月)
 昭和38年 4月 日本鉄鋼協会俵論文賞
 昭和40年 4月 日本鉄鋼協会製鉄功労賞
 昭和41年 5月 本多記念賞
 昭和43年 4月 日本鉄鋼協会西山賞
 昭和44年 4月 日本金属学会賞
 昭和44年11月 勲二等旭日重光章
 昭和45年 4月 日本鉄鋼協会会長 (～昭和47年3月)
 昭和45年 5月 American Iron and Steel Institute 名誉会員
 昭和45年 7月 新日本製鉄株式会社常任顧問
 昭和45年10月 ILAFA (ラテンアメリカ鉄鋼協会) 名誉会員
 昭和45年11月 ドイツ鉄鋼協会名誉会員
 昭和46年 4月 日本工学会会長 (～昭和54年3月)
 昭和48年 4月 日本鉄鋼協会名誉会員
 昭和48年 5月 新日本製鉄株式会社顧問 (～昭和58年)
 昭和55年 4月 日本鉄鋼協会俵賞
 昭和58年10月 大韓民国金属学会名誉会員
 昭和62年 9月28日 逝去

謝辞：本稿は、東北大学名誉教授・日野光元先生、東北大学教授・長坂徹也教授からいただいた資料・情報を基にして作成したものであり、多大なるご協力を頂戴しました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 製鋼反応の推奨平衡値, 日本学術振興会製鋼第19委編, (1984)
- 2) Steelmaking Data Source Book, ed. by The Japan Society for the Promotion of Science, The 19th Committee on Steelmaking, Gordon and Breach Science Pub., New York, (1988)
- 3) Thermodynamic Data for Steelmaking, ed. by M.Hino and K.Ito, Tohoku Univ. Press, Sendai, (2010)
- 4) 的場幸雄：回顧と期待, 俵賞受賞記念特別講演, 日本鉄鋼協会, (1980)
- 5) 的場幸雄：鉄と鋼, 71 (1985), 30.
- 6) 日野光元：金属, アグネ, 73 (2003), 30.
- 7) 不破祐：的場先生退官記念特集, (1985)
- 8) 的場直矢：明月記-的場幸雄・康子の憶い出-, (2001)
- 9) 日野光元：鉄と鋼, 100 (2014), 15.
- 10) S.Banya, J.F.Elliott and J.Chipman : Met.Trans., 1 (1970), 313.

(2014年2月7日受付)