



鉄の歴史

鉄の人物史-3

澤村 宏

一瀬英爾

Eiji Ichise

京都大学 名誉教授

Hiroshi Sawamura

澤村宏先生は1895年(明治28年)4月18日高知県に生まれ、1920年(大正9年)7月京都帝国大学工学部採鉱冶金学科を卒業され、直ちに京都帝国大学工学部講師、1921年7月同大学助教授に任ぜられ1928年(昭和3年)3月より1930年2月まで冶金学第4講座を分担されました。1933年3月京都帝国大学教授に任ぜられ冶金学第一講座を担当し、鉄冶金学、鉄鋼材料学などの講義及び研究を行い、冶金学の発展に貢献するとともに、多数の優れた人材を育成されました。そして1958年4月18日京都大学を定年退官され、京都大学名誉教授の称号を授与されました。さらに1962年4月より8年間、関西鉄鋼短期大学学長として後進の育成指導に当たられました。

澤村宏先生はその広い学識、豊かな経験と高潔なる人格を属目されて、学内にあっては、1947年1月より2年間京都大学評議員を命ぜられ、1949年3月より2年間工学部長に補せられ当時進行中であった教育制度の改革に大きく貢献するなど京都大学の運営、発展に尽力されました。また学外にあっては1951年1月24日より3年間日本学術会議員として我が国の学術体制確立のため審議に参画し、また科学技術庁科学技術審議会専門委員を任命されて同庁金属材料技術研究所の創設、運営発展に協力されました。また日本鉄鋼協会においては1954年4月より2年間同協会会長を委嘱され、また同時に通商産業省重工業局、日本鉄鋼連盟、日本鉄鋼協会三者による鉄鋼技術共同研究会会長として、さらにはまた同協会関西支部長として鉄鋼技術の向上発展に努力されました。日本金属学会にあっては1948年4月より1年間同会副会長として同会の発展に尽力されました。このほか日本材料試験協会、日本鋳物協会、ダイカク技術協会等において各種役員として主導的役割を果たされました。

一方、澤村宏先生は、戦前より日本学術振興会第19小委員会(優良なる特殊鋼の製造研究)、第24小委員会(鋳物研



図1 澤村 宏

究)、第54小委員会(製鉄研究)、第70小委員会(貪鉄鉍処理)の委員として多数の研究報告を提出し、とくに1954年3月より16年間第19委員会委員長を務められました。委員長在任中は運営委員会を設置し当面する最重要課題を選定して、非金属介在物協議会、製鋼反応協議会、結晶粒度協議会、鋼中微量元素懇談会等の分科組織を新設し、同時に委員の増強をはかるなど、第19委員会の飛躍的な発展をもたらし、その成果により我が国の鉄鋼の品質は顕著に向上するなどの功績を挙げられました。

このように澤村宏先生は広範囲な分野において我が国の学界、鉄鋼工業界の発展に尽力されました。先生のご研究分野の第一は鑄鉄に関する研究であります。この分野の研究は1921年から白鉄の黒鉛化に関する研究として開始されましたが、可鍛鋳物の製造に際し最も重要な白鉄の黒鉛化現象について、当時は専門的な論文は皆無でした。先生は白鉄の黒鉛化現象を主として本多式熱膨脹計と先生の創案になるいわゆるガス熱膨脹計を用いて研究し、白鉄黒鉛化に及ぼす18の成分元素、雰囲気あるいは含有成分としての7種類のガス及び真空の影響について定量的に解析し、第一段黒鉛化を促進する元素と妨害する元素とを初めて系統

的に明らかにされました。また黒鉛化に関連して鼠鑄鉄の成長について研究し、鼠鑄鉄の成長は酸性性雰囲気における成長と還元性雰囲気における成長とはその機構が異なることを解明されました。これらの成果はこの方面の先駆的研究であり、当時の鑄鉄学界の大家ピオワルスキーの著書、さらにオーバーホーフエル、アイレンダー、エッサーの著書等に引用され、学問上、工業上にも画期的な役割を果たしました。さらに白銑の黒鉛化に及ぼす予備処理の影響について研究し、1927年白銑を焼鈍前あらかじめ焼き入れすると黒鉛化焼鈍時間がいちじるしく短縮されることを発見し、リンクチェーン可鍛鑄物の生産にこの方法を応用してその実用性を実証されました。この方法は日独両国の特許を得たもので、これらの研究は黒心可鍛鑄物工業に貴重な指針を与え、その改良発展に資するところ大なるものがありました。

この白銑の黒鉛化に関する研究について先生ご自身の回想録⁹⁾があり、当時の大学の研究室のあり方や先生のご研究の様子をよく伝えているので少し長くなりますが一部引用してみます。

『私は1920年7月卒業するとほとんど同時に京大、工学部の講師になった。最初はどの先生の下で勤めるかが明らかでなかったが、齊藤大吉先生が外国旅行から御帰りになると同時に私は齊藤先生の下であることが決定し、私は研究室2室が与えられた。その後1年間位はそのうちの1室で種々の本を読むなどして暮らしていたが、ある日齊藤先生から「これから白銑の黒鉛化に及ぼす種々の元素の影響について研究するように」といわれ、私に今後の研究題目を与えられた。先生はまたこの研究に必要な種々の原料を整えて下された。と同時に工業分析に適した者1名と小使1名を添えて頂き感謝の念に堪えなかった。また研究用の本多式熱膨脹測定器、磁気分析装置等は山田賀一教授が先に東北帝大に出張されて買って来ておられ、私の研究に大いに役立った。

ところが当時の鉄冶金研究室には、今まで金属関係の実験的研究が一度も行われたことがなかった関係上、それに必要な実験用器具類はほとんどなく、ただミリボルトメーター、白金-白金・ロジウム熱電対のパイロメーター一式と本多式熱膨脹測定器1台、磁気分析装置一式が新品のままで戸棚の内にしまいこまれているにすぎなかった。

実験は熱膨脹計の測定に用いる白銑試料の製作から始まった。この実験では白銑の黒鉛化に及ぼす種々の元素の影響を、それらの元素のなるべく広い範囲まで確かめるために肉厚の鑄鉄製金型を用いて鑄造した長さ70ミリ、直径5ミリの白銑丸棒を試料に用いることにした。しかしながら当時研究室には鑄鉄を溶融することができるような炉は

全く存在していなかったので、私は直径約6センチの耐火性が極めて高いと称する耐火粘土製素焼円筒管を購入し、その周囲に炭素粒を詰め込んですべて手製で小クリプトル炉を製作し、その内側をアルミナあるいはアラシダム・セメントで内塗りした最小黒鉛るつぽに入れた約110グラムの鑄鉄原料を溶融し、さらに溶湯の組成を調節した後前記の金型に鑄入した。この場合種々の事情で止むを得ず200ボルトの電流をそのままその炉に通電して実験を行ったのであるが、これが原因となり実験の途中炉内の前記の円筒管の局部的溶融が頻発して実験はしばしば中断した。かような溶融炉の故障もさることながら、主として白銑試料製作用の溶湯の量が前述のように極めて小であったがために目標組成の白銑試料を得るのに困難を極め、結局数本の同一条件のもとで鑄造した白銑丸棒の分析結果から目標組成の白銑試料一本を選ぶ方法を探らざるを得なかったのであって、これがためにかなり長い時間、かなりの量の労力とかなり多い経費を浪費したわけである。

しかしながら私はこの研究によって研究に苦勞は付きものであり、その苦勞はその成果によって醍醐味を味わうことができることで報われる体験をして幸いであると思った。

私はこの研究が終末に近づいた頃、マグネシウムの影響に関する実験に着手した。その白銑試料を製作する際、例の通りクリプトル炉内で鑄鉄溶湯面上に計量した一片のマグネシウムを不注意にもそのまま投入した瞬間そのマグネシウムの小片が爆音と共に炉外に飛び出して、私は幸いに怪我はしなかったが真にびっくり仰天した。

私はこの研究で熱膨脹計で測定した後の試料に生じた焼戻炭素の形状に特に関心を持ち、もしそれがたとえばコバルトを含有した試料のように普通の黒心可鍛鑄物に見られるような形の焼戻炭素が現れた場合には、同一組成の鑄鉄浴を砂型に鑄入してそれが凝固する場合に生ずる黒鉛の形状を調べていたので、もし私がこの実験を上記のように呆気なく放棄しないで黒鉛るつぽ内の鑄鉄浴に微量なりとも安全にマグネシウムを添加する方法を工夫してさらに進めていたと仮定すれば、後年知られたように、白銑に微量含有されているマグネシウムのその黒鉛化を促進する力が大であるのみならず、かような白銑の焼鈍によって生じた焼戻炭素の顕微鏡的形状が一段と丸みを帯びているので、1947年頃イギリスのMoggerogh Williamsが球状黒鉛鑄鉄を発見する前にこの特殊鑄鉄発見の光栄はあるいは私の手に落ちていたのかも知れないことが推定される。

このきわめて苦い経験に対する反省はその後研究を行うごとに私につきまとうて離れなかった。』

先生は固体鑄鉄中の黒鉛化のみならず溶銑の凝固時における黒鉛の形態についても研究し、酸化チタンを含むスラ

グに接触した溶鉄はしばしば微細な共晶黒鉛組織を呈する現象を見出されました。そこで国産砂鉄を原料とする電気鉄の製造にさいし生成する、従来は廃棄されていたスラグの活用をはかり、このスラグを利用して種々実験的検討を加えた結果、1952年に微細な共晶黒鉛組織を有する含チタン共晶黒鉛鑄鉄(S-H鑄鉄)を発明されました。S-H鑄鉄は普通の鑄鉄浴を還元性雰囲気のもとで約1450℃において酸化チタン約12%を含むスラグに約15分間接触させた後、普通の鑄造法で砂型に鑄込んで得られるものであります。先生は鑄鉄中の諸成分、とくにチタン、炭素及び窒素の含有量と化学熱力学的解析の結果とを検討して、この組織の成因を主としてチタン炭化物の鑄鉄浴中における析出、および共晶温度の過冷によるものであることを明らかにされました。従来の強靱鑄鉄が主として低炭素鑄鉄で鑄造性に難点があるのに対し、S-H鑄鉄は高炭素鑄鉄であるため鑄造性がきわめて良好であるのみならず、これにマンガン、クロム、モリブデン等の元素を適量添加すると炭素含有量が極めて高い場合においても引張り強さが普通鑄鉄の約2倍に上昇してきわめて強力となり、同時に耐摩耗性、耐熱性ならびに気密性に優れた材質的特性を有することが明らかになり、高速ガソリンエンジンのシリンダーライナー、真空および油圧機器部品として工業的に実用されました。日本特許5件を含む日、英、米3国の特許を取得しておられます。本発明は科学技術庁長官奨励賞および発明協会発明賞を受けたきわめて優れた業績であります。なお、S-H鑄鉄の命名は澤村および、この特許取得に必要な試験の大部分を行って助力された(株)神戸鑄鉄所堀田美之氏の頭文字を組み合わせたものであります。

S-H鑄鉄の発明と時期をほぼ同じくして先生は耐酸高珪素鑄鉄の材質改善に関する研究を開始されました。高珪素鑄鉄は数10年以前から実用されていましたが、その材質に関する基礎研究はきわめて乏しいものでした。先生はこの鑄鉄の組織、耐食性及び機械的諸性質に及ぼす多数の成分元素の影響を系統的に研究して幾多の新知見を得られましたが、なかでも従来抗折力が22kg/mm²前後であったこの種の鑄鉄に希土類元素を0.05ないし0.1%添加すると抗折力が30kg/mm²以上に上昇することや、また銅を2ないし2.5%添加すると希硫酸に対する高温耐食性が著しく改善されることを見出し、1957年特許を取得しておられます。この発明にかかる品種は現在も工業生産されています。

先生はまた高級鋼製造用原料鉄、即ち高純度鉄製造のため溶鉄の脱磷および脱硫に関する研究も実施されました。戦時中、最初に普通鉄を原料とする低磷鉄の製造法に関する研究を行われました。特殊高級鋼製造用原料となる低磷鉄は当時主として中国東北部(当時満州)、朝鮮からの

移輸入に依存していたので、これらの国内生産方法の確立は当時我が国にとって緊急に解決を要する研究課題でありました。まず1942年化学熱力学的検討ならびに実験的研究によって低融点を有し、かつ脱磷性能の大なるスラグ組成を決定し、さらに太鼓型石油加熱炉にて中間工業化試験を繰り返されました。戦後1950年、日曹製鋼株式会社富山工場において弧光式電気炉による現場製造実験を実施して低磷鉄製造方法の工業化に成功しておられます。

さらに低硫鉄の製造、すなわち溶鉄の脱硫については1942年固体脱硫剤を窒素ガスとともに溶鉄中に噴射させる脱硫実験を世界に先駆けて実施し、炭化石炭が良好な脱硫率を示すことを明らかにされました。この実験は戦時中も続けられ、戦後1949年に論文として公表され、オリジナルな研究として注目を集めたもので、ガスにより脱硫剤を吹き込む脱硫法は溶鉄の予備脱硫法として現在広く各国で採用されているところであります。

先生はまた鉄冶金学に理論的基盤を与えることの重要性に早くから気づいておられました。

先生は1928年(昭和3年)「理論鉄冶金学(上巻)」²⁾を執筆刊行されましたが、これは同書序文に『**最近、冶金学上の諸問題を物理化学に立脚して純理論的に取り扱う研究が盛んに行われるようになり“鉄冶金の物理化学”とも称すべき新部門がみとめられるにいたった。**

しかるにこれに関する著書について見るにその数真に寥々たるもので内外においてただH. Schenckの“Physikalische Chemie der Eisenhuttenprozesse”あるのみといっても過言でないであろう。(後略)』とあるようにまだ類書のほとんど無い時代でした。戦後、1985年全面改訂版「理論鉄冶金学 基礎理論編」³⁾を刊行されるに当たっては、その序文『(前略)本版に新たに加えた項目の主なものは1)溶体内における成分物質の諸性質特に遊離度および活量とその取扱法 2)各種化合物の標準生成自由エネルギーと温度との関係図 3)熔滓の組成に関する諸説 4)熔滓成分の活量である。(後略)』にあるように熱力学的溶液論を精錬反応の解明に採り入れられました。私事になり恐縮ではありますが、このことに関連して、筆者が澤村研究室に配属されてある日、実験室へ来られた先生から「君のお父さんの本で勉強させてもらったよ、あの本は難しいね」といった意味のことを仰って頂き感激したのを思い出します。父、一瀬電信は1931年(昭和6年)「化学熱力学」⁴⁾という本を著し、部分モル量や活量などについて詳細な数学的解説を試みているので先生も目を通されたこともあったのかも知れません。また、上述の「理論鉄冶金学」上下二冊は当時古本屋で探しだし購入しましたが、誰かに貸していつの間にか無くなり大変残念です。

先生は続いて1972年には「鉄鋼化学熱力学」⁵⁾を執筆刊行されています。

一方研究面においても、先生は溶鋼の脱炭反応を速度論的ならびに化学熱力学的立場から解析検討し、また溶鋼中炭素、酸素と雰囲気ガスとの平衡、スラグ組成と溶鉄中炭素との平衡などについて検討を加えておられます。鋼中に生成する非金属介在物の量を化学熱力学的数値と平衡状態図とを組み合わせで計算し、たとえばレスリーの示した窒化アルミニウムの固体鉄中における生成挙動や介在物の分析結果を合理的に説明することに成功され、関連研究論文に依論文賞が授けられています。合金溶体成分の活量係数に関する理論的あるいは実験的研究、さらに溶鋼の脱酸平衡値の妥当性に関する熱力学的検討を行っておられます。これらの製鉄および製鋼反応の平衡論に関する化学熱力学的研究は学振製鋼第19委員会において先生が特に重点を置かれた研究活動の中心課題であり、1957年学振より刊行された「鋼と非金属介在物」⁶⁾の序文で『(前略)鋼中非金属介在物の問題はわが国においてはもちろん、外国においても古くから決して軽視されていなかったのであるが、特に近年各種工業の発達に伴って鋼質品位の向上に対する要望がますます強くなるに従って製鋼界において最も重要且つ切実な問題の一つに数えられるにいたった。本委員会はこの情勢に即応してこれを重要研究課題に採択し重点的に研究を行うことを決め、その研究体制を強化するために昭和29年には(中略)鋼中非金属介在物協議会を構成すると共に、昭和31年には製鋼反応協議会を設けて前者では10余年前本委員会で制定された非金属介在物による鋼品位判定方法の再検討を、後者では当面の問題として鋼中に非金属介在物が生ずる原因となるあらゆる製鋼反応の研究を行うことになった。(後略)』と述べておられるように先生は鋼中の非金属介在物を当時の最重要課題の一つとして取り上げ、その生成原因となる製鋼反応の熱力学的、平衡論的究明に尽力されました。学振第19委員会は1968年には製鋼反応協議会の発足以来、約10年間に上げた業績をまとめ、「製鋼反応の推奨平衡値」⁷⁾を刊行しました。

また、各種金属の溶融エントロピー変化と原子番号との間に各結晶型ごとに異なる互いに平行な直線関係が存在することを見出されましたが、これはリチャードの定律を改訂するとともにチャルマーズが提案した溶融エンタルピーと温度との関係図を否定した注目すべき新知見でありました。また各種固体元素の25℃におけるエントロピー値と原子番号との間に、ウェーバーが見出した原子半径と原子番号との間の関係図と、ほとんど同じ関係が存在することを発見しておられます。

これらのエントロピーに関するお仕事は主としてご退官

後、鉄鋼短期大学学長に在職された頃のものであります。

このように先生の鉄冶金学の理論化、あるいは鉄冶金学への熱力学、物理化学の導入に尽力された功績は真に偉大なものがあります。

また澤村先生は若い頃ドイツへ留学されたときにヨーロッパ各地の製鉄所を視察されて以来、世界各国の製鉄業に興味を示され、「独逸に於ける製鉄原料主として鉄鉱の配給状態について」(1932)をはじめとして、1930年代の瑞典、伊太利、チェコスロバキア、英領インド、露西亜、加奈陀、濠太利聯邦、白耳義およびルクセンブルグ、支那など各国の製鉄工業について多くの報告をまとめられておられます。さらに戦後は「第二次世界大戦の敗戦国、日本、ドイツとこれに密接な関連があったイタリアの製鉄工業の今昔」「戦争と革命に悩まされたロシア(あるいはソ連)と支那(あるいは中国)の製鉄工業の今昔」などの報告を著しておられますが、これらは先生の知られざる一面を物語るものとして大変興味深いものがあります。

以上述べましたような先生のご業績に対して、本多記念賞、金属学会賞、鉄鋼協会褒賞など多くの賞が贈られています。また日本学士院会員にも推挙されておられます。

先生は1987年12月24日92歳の天寿を全うされ逝去されました。1988年1月には従三位に追叙されました。

また、澤村家ご遺族からの鉄鋼協会へのご寄贈とご希望により澤村論文賞が設置され偉大なご業績を記念するとともに後進の励みとなっていることは皆様ご承知のところ です。

私は先生のご退官2年前に4回生として澤村研に配属され、先生のご研究活動を直接知る機会ほとんどなく、今回、執筆の依頼を受け、その任には堪えないと諸先輩ともご相談しましたが、結局私の知る限りのところで書かせていただくことになりました。従ってとても澤村先生の広範囲にわたるご業績の全面をご紹介することもできず、ましてやその学問的、技術的価値について正當にお伝えすることもできなかったのではないかと申訳なく思っています。幸い盛利貞先生らが作成された功績調書などの書類がありこれを参考に執筆しました。盛先生に厚くお礼申し上げます。なお、これらの書類を丁寧に保管しておられた、盛先生、私と二代にわたって研究室に勤務された文部技官大脇久枝さんには心からお礼申し上げます。

注) 鉄の人物史シリーズの題目は敬称を略させて頂きます。

参考文献

- 1) 澤村 宏：一科学者の生涯(追記版)，丸善(株)京都支店出版サービスセンター，(1986)
- 2) 澤村 宏：理論鉄冶金学上巻，大雅堂，(1928)
- 3) 澤村 宏：理論鉄冶金学基礎理論編，丸善(株)，(1955)
- 4) 一瀬雷信、他：化学熱力学，裳華房，(1931)
- 5) 澤村 宏：鉄鋼化学熱力学，誠文堂新光社，(1972)
- 6) 鋼と非金属介在物，日本学術振興会，山海堂，(1957)
- 7) 製鋼反応の推奨平衡値，日本学術振興会製鋼第19委員会，日刊工業新聞社，(1968)

(1999年8月5日受付)