

材料科学の先達 ～その2～

Curt Netto と日本 Metallurgy 事始め

田 中 和 明*

(前号からのつづき)

3. Curt Netto と日本の Metallurgy 事始め

今回は、明治初期の日本で初めて Metallurgy の講義を行い、多くの有為な人材を育て、我が国における殖産興業の要となる採鉱冶金学の基礎を築いた独人、Curt Netto を取り上げる。Netto の講義録を翻訳した「涅氏冶金学」を紹介するとともに、欧州に戻った後の Netto の業績にも触れ、歴史に埋もれた魅力あふれるパイオニアを紹介する。

(1) Netto の経歴

Curt Netto は、1847年 Sachsen 王国 Freiburg で生まれた。鉱業に関係の深い土地で育った Netto は Freiburg 鉱山大学採鉱冶金学科を1869年に卒業後、プロシア歩兵連隊に入隊して参戦負傷した後、1873年日本の工部省から招聘を受け来日する。Netto は、Sachsen 王国がプロシアに併合される小国の運命を目の当たりにし、列強国の圧力に苦悩する日本に好意を持っていた⁽¹⁾。

Netto が日本に招聘されたきっかけは、1871年から73年にかけての欧米特使大使岩倉具視の一行に加わっていた大島高任が、小坂鉱山の精錬の改良には、Freiburg 鉱山大学を中心とするドイツ鉱山技術を導入する必要があることを見抜き、奔走したためである。大島の帰国直後に Netto は来日し、小坂鉱山に鉱山技師お雇い外人として赴任する。

1887年小坂鉱山が民間に払い下げられ、鉱山技師を辞した Netto を、文部省が同年10月東京大学理学部採鉱冶金科の初代教官に任命した⁽²⁾ (図1)。

(2) Netto の日本での Metallurgy の講義

着任した Netto は、さっそく渡辺渡、河野鯨男、岡田一三

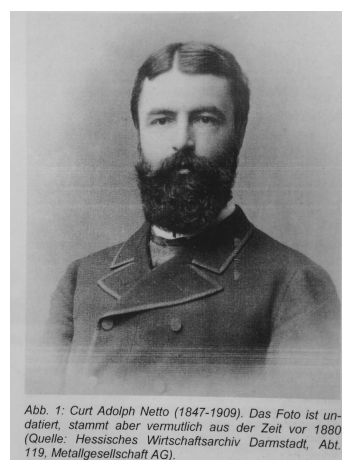


図1 Curt Netto 肖像写真(日本在住1880年).
(文献(1)のP5より引用)

の三人の学生にドイツ流の Metallurgy の講義を開始した。当時の慣習として授業は英語で行われ、三人は講義を筆記して学んだ。Netto の講義は、1882年までの5年間続いた。四期生の野呂景義も門下生の一人である。Netto の講義は、普通冶金学と応用冶金学に分かれていた⁽³⁾。

(3) 日本鉱山編⁽⁴⁾

Netto が著した書籍には、1879年に東亜風土博物講究社で行った講演の記録を翻訳出版した「日本鉱山編」がある(図2)。三枝博音らの解説・校訂によると、日本古来の採鉱法と冶金法の大要が叙述され、欧州の技術に比べて日本の技術がどのような欠陥を持ち、どのような立ち遅れをしているかを論じている。日本鉱山は海外資本に依存せずに開発すべきであること、有能な人づくりが肝要だなどの持論を展開している。Netto は、冶金学と実学のいずれも通曉した実務家であ

* 新日鐵住金株式会社技術総括部一貫最適化推進室； 席主幹(〒100-8071 東京都千代田区丸の内2-6-1)
The Beginning of Metallurgy in Japan; Lecture on Metallurgy by Prof.Curt Netto; Kazuaki Tanaka(Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation, Tokyo)
Keywords: metallurgy, Curt Netto, Kageyoshi Noro, silver, aluminium
2016年1月12日受理[doi:10.2320/materia.55.215]



図2 日本鑛山編⁽⁴⁾。



図3 涅氏冶金学の上冊と附図⁽⁵⁾。

り、啓蒙家であったことがよくわかる。

(4) 涅氏冶金学

(a) 涅氏冶金学の発刊

Netto は、1882年から1年間の休暇を取り独国に帰っている。1883年再来日し、1885年大学を辞任している。Netto が再来日中の1884年、Netto の講義録を野呂景義が翻訳した「涅氏冶金学」が文部省より発刊された。一期生の渡辺渡らが専任で翻訳に従事していたが、原稿がまだ完成しないうちに河野、岡田の両氏は地方で職に就き、渡辺氏もまたドイツに留学した。野呂は文部省の命令に従い、原稿を纏めて補校に着手し、何年もかかって脱稿した。三氏の原稿の初案に、野呂の翻訳と違う部分があり、野呂が補校した部分もある。三氏の意見に合わないものもあるかもしれないと序文で気遣っている⁽⁵⁾。それは、Netto の講義以降6年も過ぎており、冶金学の科学技術の進歩が講義録の記述を追い越したからかもしれない。

野呂は序文で、涅氏冶金学の構成は、全部の講義を上下二冊に分け、上冊は普通冶金学並びに鉛および銅の冶金法を解説し、下冊はその他の諸金属の冶金学を論じていると述べている。ところが1884年に上冊と附図が発刊されただけで、下冊は発刊されなかった(図3)。

(b) 涅氏冶金学の内容⁽⁵⁾

(i) 冶金学とは

1884年(明治17年)に発刊された涅氏冶金学は、文語調である。涅氏冶金学の緒論の一部を現代語訳してみる。

冶金とは、鉱石から金属を抽出する操作をいう。冶金学、つまりメタラジーという言葉の語源を調べると、諸説があるのだが、どれも憶測から出ていて、未だ決まった正解はない。しかしギリシャ語のメタロンゴス(坑夫の意味)より発生したという説が最も信頼できる。古来より、冶金の意味を含んでいる単語は、最近でこそ明快であるが、フランス、英国、独逸などの諸外国では、まだ鉄道が敷いてなかった昔、

一般の水陸の運送が不便であり冶金は必ず鉱山の近傍においてのみ営まれていた。従って、坑夫は採鉱に従事していただくだけでなく、冶金術にも関わって、自然とその内容もよく理解していたのである。だから昔の著名な大作家アグリコラなども、採鉱学の一部の鉱石処理法まで、冶金学の分類に入れて論じている

(ii) 冶金学総論

冶金学には方法論と理論があると Netto は主張する。方法論だけでは、何事もなければそれでいいのだが、一端異常が起こった時には、対処が非常に困難になる。理論が頭に入っていれば、冷静に事態に対処できるようになる。

冶金学の論じるところは、鉱石を金属に還元する方法であり、合金を混成しこれで様々な品物を製造する方法に至るまで全てを網羅している。目的は、日本国の経済の要となるためである。冶金術には二つの区別がある。その一つ目は習得法(エムピリック)といい、二つ目は学得法(サイエンフィック)と呼ぶ。習得法の操業者は、精錬中に金属が順を追って生じる変化については、あえて理解をしようとはせず、ただ昔から決まっている作業方法に従って、実際には習慣に従ってその作業を行うのみである。(中略)これに対し、学得法の操業者は、異変の発生に遭っても、もともとその方法の理論に詳しく、その原因を推定することが容易なため、異変にに応じて、その方法を調整し、操業を中断させないだけではなく、「何々鉱は何々の組成であるから、これだけの温度と時間が必要である」などと計算し、大いに工費を節約することができる。これに加えて、得られた精錬金属の残渣として廃棄されたものから、分析術で更に別の金属を見つけ出し、収益の増大に貢献する利点がある

(iii) 冶金家の心得

Netto は、緒論の最後で冶金家の心得を指摘している。

ランパジラス氏が言うには「冶金家たるものは、単に習得法のみで安心してしまわず、学得法を熟知する必要がある。ことに、冶金処理の仕事に就こうとする人は、まず十分に、

数学、物理学、化学、金石学、採鉱学、建築学、樹木培養学、図学、会計学、経済学、諸科目を終了すべきであるし、その他この仕事を補う諸学科も大體了解しなければならない」また、学得法冶金学は、専門学科中、最も重要な科目であることを知っておかなければならない。

ここに登場するランパジウス氏は、Freiburg 鉱山大学の冶金学者であった Wilhelm Lampadius (1772-1842)で、高炉での吸炭、精錬炉での脱炭、浸炭法での吸炭現象を明らかにした。冶金技術者は、専門としての科学的冶金学に加えて、関連諸科学との結合を図らなければならないと、総合技術教育を提唱している。この幅広く技術を見る伝統が Netto にも受け継がれており、日本の冶金学の黎明期の学生に熱心に説かれている。この思想が後の日本の鉱業、金属・鉄鋼の研究、工学の礎になっている⁽⁶⁾。

(5) Lecture on Metallurgy

(a) 講義録への道のり

筆者が涅氏冶金学を知ったのは、三枝博音の記述⁽⁴⁾や飯田健一の特別講演の記録⁽⁶⁾⁽⁷⁾による。日本の冶金・鉄鋼史に深い造詣を持つ両氏の記述のおかげで、1974年 Netto 先生来日百周年を記念して復刻された涅氏冶金学上冊と附図にたどり着いた。804ページの上冊には、野呂の序文通りに鉛と銅の冶金学までが収められている。

下冊の調査を続けていると、東京大学名誉教授の故・館充先生が1991年の雑誌金属の1月号に「涅氏冶金学における鉄冶金」と題する技術史/産業史の解説文を書かれていた⁽⁸⁾。解説には Netto 先生の講義録が見つかったとある。何としても講義録を読んでみたい。こういう思いに駆られて館先生にお手紙を差し上げたところ、先生から自宅に電話が入った。「田中くんですか、館です。Netto の講義録を読みみたいそうですね。図書室に連絡しておくから、読みに行くといい」天啓か！あまりの感激に背筋に電気が走った。翌週の水曜日に会社を休んで東大マテリアル図書館に終日籠り、総ページ数618ページの講義録を写させてもらった。2005年6月14日のことであった(図4)。

(b) Lecture on Metallurgy⁽³⁾

講義録は、専門用語が数多く使われているブロークンな英語で書かれている(図5)。講義録の筆記体は少なくとも3種類あり、判別しにくい文字の人もいる。

Netto の講義は、格調高い一文から始まっている。

Metallurgy describes the operation by which the useful metals are extracted from their ores & besides certain combination are manufactured.

「冶金トハ即チ鉱類ヨリ金属ヲ分取スルノ一技ヲ云フ」

英語としては少したどたどしい感じがするが、Netto が学生に最も伝えたかったことであろう。

(c) 銀の章

下巻の最初の章に来る予定であった銀の章(図6)、Silver

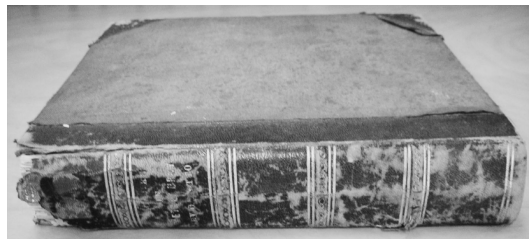


図4 Lecture on Metallurgy のノートの製本⁽³⁾。(現 東京大学工4号館図書室所蔵)

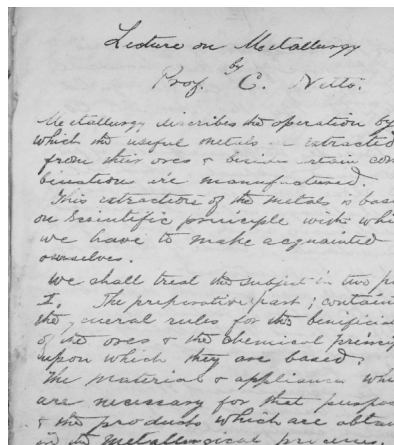


図5 講義録の最初のページ⁽³⁾。

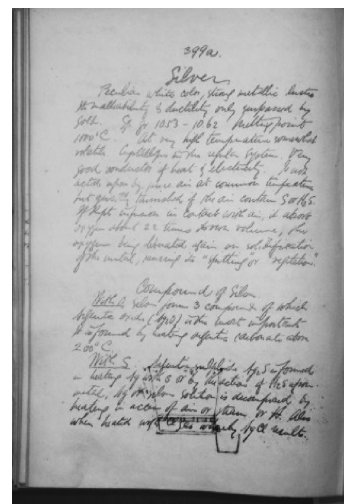


図6 未収録の銀の講義ノート⁽³⁾。

の出だしを書き出し、翻訳してみる。

Silver

Peculiar white color, strong metallic luster. Its malleability and ductility only surpassed by gold. Sp.Gr 10.53-10.62 melting point 1100°C. At very high temperature somewhat volatile. Crystallizes in the replica system. Very good conductor of heat and electricity. It was acted upon pure air at common temperature, but

quickly tarnished if the air contain S or H2S
 If kept infusion in contact with air, it absorbs oxygen
 about 22 times of own volume, the oxygen being liberated
 again on solidification of the metal causing its spitting or
 vegetation

白金には独特の白い色と強い金属光沢がある。その展性と延性は金のみ上廻る。比重10.53から10.62。融点1100℃である。非常に高い温度ではわずかに揮発する。

レプリカ法で結晶化する。熱と電気の優れた良導体である。銀は通常温度では純粋な空気を取り扱えるが、空気が硫黄または硫化水素を含む場合は、一気に曇ってしまう。

空気と接触を保持しつづけると、銀はそれ自身の体積の約22倍の酸素を吸収するが、金属の凝固に酸素は再び解放され、突沸や vegetation(小競り合い)を引き起こす。

(d) 涅氏冶金学(下冊)

講義録には、様々な図表が手書きで書き込まれている。これらの図面は、涅氏冶金学(附図)で探すと、綺麗に版画作図されている。附図には、上冊に取り上げられていない金属の部分の図面も入っている。つまり、図面は未完の下冊分まで完成されている⁽⁵⁾(表1)。

発行責任者の野呂は、上冊発行直後に Freiburg 鉱山大学に留学し、帰国後大学教授に着任している。それ以降、製鉄所建設に向けた活動を開始し、下冊の翻訳に関わる余裕が無くなったと考えられる⁽⁹⁾。

(e) 鮮明な附図を求めて

約120年の時を経て、講義録の写しが筆者の手元にある。とうとう世に出なかった Curt Netto の講義録をなんとか万人の目に触れさせたい一心で、仕事の合間に手書きの講義録の翻訳を進めている。いつの日か必ず上下冊及び附図を揃えた日本初の金属学教科書の現代語版を世に示したいと考えている。復刻版の附図は、図面が掠れている部分が多いため、1844年(明治17年)のオリジナル版を探し出した(図7)。復刻版と異なり極めて鮮明な印刷になっている。印刷の裏写りを嫌ったためであろうか、片側印刷したページを糊で貼り合わせた構造になっている⁽¹⁰⁾。

表1 涅氏冶金学の全体構想と目次⁽³⁾⁽⁵⁾⁽⁸⁾。

ネットー先生講義録に存在	
明治17年発刊 本文上冊	未発刊 本文下冊予定
第一篇 普通冶金学 第一部 金属及び非金属 第二部 冶金法 第三部 冶金術用品 第四部 冶金用器具 第二篇 応用冶金学 第一部 鉛 第二部 銅(p300-398)	第二篇 応用冶金学 第三部 銀(p399-450) 第四部 金(p451-470) 第五部 水銀(p471-481) 第六部 亜鉛(p482-496) 第七部 カドミウム(p497) 第八部 錫(p497-508) 第九部 アンチモン(p509-523) 第十部 ニッケル(p524-533) 第十一部 白金(p534-537) 第十二部 鉄(p538-589) 第十三部 銅(p589-618)
ほぼ講義録の図面をカバーしてある	
ページ数は、講義録ページ 明治17年から翻訳が待たれている下冊	

(6) 国際的冶金技術者 Netto

Curt Netto は、1885年大学を辞任し翌年故国への帰路に着いた。帰国前には明治天皇から旭日章の勲章を授与されている。Netto は、日本での非常に成功を収めた12年間を過ごしたあと1886年秋にヨーロッパに戻ってきた。Netto はまだ40歳であったが、すでに国際的な経験を積んだ冶金家であり、新しい思想と企画力を持ち、先見性と想像力を持った実務経験を積んだエンジニアとの名声を得ていた⁽¹⁾⁽¹¹⁾。独国に着くや否や、パリに住んでいる日本時代からの古い友人であるコンサルタントの Martin Bair が Netto に接触してきた。軽量素材として有望なアルミニウムの工業化を手伝って欲しいとのことであった。そこで Netto は、当時熔融電解法の出現でアルミニウム源がボーキサイトに移り、使用量が激減していた氷晶石に着目する。氷晶石をアルカリ金属で還元しアルミニウムを製造する方法である(図8)。1886年はパリで Bair と働き、1887年に「アルミニウムの生産」の特許出願をドイツで行っている⁽¹²⁾。

(7) Netto の晩年

帰国直後に銀行破産に見舞われ財産を失った Netto を救っ

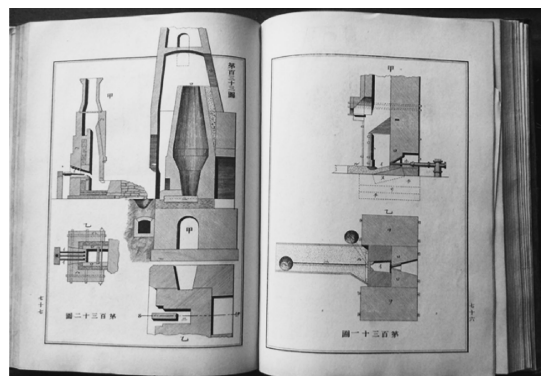


図7 附図の原本。



図8 アルミニウム製造法の特許⁽¹²⁾。

表2 Nettoの主な経歴⁽¹⁾⁽²⁾.

年	Nettoの行動	出版物など
1847	ザクセン国Freiberugで生まれる	
1873	来日、小坂鉱山のお雇い外人技師	
1876	小坂鉱山、湿式冶金法完成	
1877	東京大学理学部採鉱冶金学教授着任	Lecture on Metallurgy
1880		「日本鉱山編」
1882	教授辞任、独国帰国、米国等視察	
1883	復職	
1884		「涅氏冶金学」弟子により発刊
1885	教授辞任、明治天皇より旭日章授与	
1886	帰国	
1887	Kruppと英国でアルミニウム生産	独国特許(ナトリウム還元法)
1888	「日本の紙の蝶々」	
1891	「日本のユーモア」発刊	米国特許(ナトリウムなど製造法)
1902	独国メタルゲゼルシャフト社顧問	
1909	Frankfurtで死去、61歳	

(No Model.)

C. NETTO.
PROCESS OF MAKING SODIUM OR POTASSIUM.
No. 460,985. Patented Oct. 13, 1891.

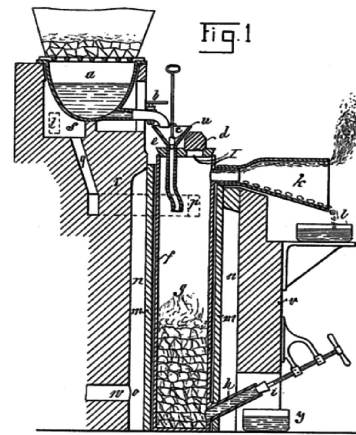


図9 金属ナトリウムやカリウムの製法特許⁽¹³⁾.

たのが同郷の Alfred Krupp であった。Netto が持ち帰った浮世絵コレクションを有利な条件でパリの収集家などに仲介した。Netto の売却した浮世絵コレクションが仏国のジャポネスクの発端になったと言われている⁽¹²⁾。この縁で、Netto は Krupp の英国の会社、Alliance Aluminium Company, Ltd. で1887年から1889年まで、自分の特許プロセスでのアルミニウム生産に関わることになる。ただ、Netto の製法は溶融塩電解法に比べて非効率であった。1889年からは Frankfurt の金属協会の役職を引き受けている。その後は静かに余生を送り、1909年2月7日、Frankfurt で日本材料科学の創成期の恩人、国際人 Curt Netto は亡くなった⁽¹⁾(表2)。

(8) 米国におけるアルミニウム特許競争

1886年、フランスの Paul Héroult は、氷晶石中のアルミナを電気分解する特許を取得し、米国で申請した。米国で既に特許保護申請をしていた米国の Charles Hall の特許を優先して同年に米国特許を成立させる。有名なアルミニウム精錬プロセスである Hall & Héroult 法の始まりである。その後も Hall は米国内で次々とアルミニウム特許を取得し続ける。

Hall は1883年にはアルミナ電解方式でのアルミニウム製造特許を提出していた。しかし前回登場した英国の Davy が、カリウム鉱石の電気分解による金属カリウム製造技術に関して多くの鉱石を融解し分解する技術が含まれる事を明示していたため、審査に手間取っていた。米国での特許化は1886年の Héroult の申請まで検討が進んでいなかった。

1887年前後の米国特許申請に Hall, Héroult に並んで、Netto も出願を行っている。Netto 法は、Hall, Héroult が考案したようなアルミニウムを電解するのではなく、先に金属ナトリウムやカリウムを電解法もしくは炭素還元で作っておき、塩化アルミニウムを化学的に還元する方式である。図面は、その後アルミニウム製造技術の前段階として1891年

に米国に出願された Netto のナトリウムとカリウムの製造プロセス特許である⁽¹³⁾(図9)。特許内容を読んでいると、講義録に見られる英語表現が多数見つかり、独人 Netto が英語にも通じていたことが垣間見られる。

(9) 日本の冶金学事始め

第3章は、日本の大学で最初に Metallurgy を講義した Curt Netto を中心に見てきた。日本を去った後の Netto の仕事は余り知られていないが、良質のアルミニウムの大量生産に向けた技術開発が英国、仏国、米国で繰り広げられている中で、独国流のアルミニウム製造方式の開発の中心的な役割を Netto が担っていた。この事実を米国特許出願のなかで見出したことは、感動を覚える。急速な国家の工業化という道を歩んでいた日本の若人に材料科学を教えた Netto とは、このような現場技術に精通していた人物であったのである。

Curt Netto の実務に即した学問の姿勢は、Netto が学んだ Freiberg 鉱山大学の Carl Heinrich Adolf Ledebur 教授の姿勢でもあった。Netto の門下生の渡辺渡、野呂景義などが続々と Ledebur の元に留学し、実学を身につけた。Bergbau-Museum 発行の Netto 伝には、俵国一、井上匡四郎、横堀治三郎、金子恭輔なども同様に留学していると書かれている⁽¹⁾。

4. おわりに

これまで2組の材料科学のパイオニアを紹介してきた。Michael Faraday も Curt Netto も材料科学の世界では有名ではない。しかしかれらのパイオニアとしての業績は極めて大きい。「現代から考えると酷く劣悪で科学知識の無い時代で懸命に研究を続けてきた」これは今から80年前に Faraday の業績を見出した Hadfield の言葉である。

時代を切り開くのがパイオニアの定めならば、常にパイオニアは孤独である。今回のパイオニアの選定に限らず、パイオニアは無数にいる。先達の偉業を知り、我々の行く末、生き様を学ぶ、即ち温故知新が材料科学に関わる我々に必要な姿勢であろう。

我らパイオニアたらん、材料科学の一隅を照らさん。

(完)

文 献

- (1) R. Heimann and R. Slotta: Curt Adolph Netto, Ein Kosmopolit aus Freiberg/Sachsen (1847-1909), Bergbau-Museum, (1999).
- (2) 鹿島卯女; 明治の夜明け(クルト・ネットーのスケッチブックから), 鹿島出版会, (1974).
- (3) Handwritten notebook: Lecture on Metallurgy by Prof. C. Netto, (1878).
- (4) 三枝博音: クルト・ネットー「日本鉱山編」, 日本科学古典全書第9巻, 朝日新聞社, (1942).
- (5) 文部省; 涅氏冶金学, 上冊, 附図, 復刻本, (1965).

- (6) 飯田賢一: 日本鉄鋼技術の恩人達-初代会長野呂景義博士につらなる人びと, 鉄と鋼, 7(1987), 751-760.
- (7) 飯田賢一: 人物・鉄鋼技術史, 日本工業新聞社, (1987).
- (8) 館充: 涅氏冶金学における鉄冶金, 金属, 1(1991), 78-83.
- (9) 白杉精一: 巻頭言, 野呂景義先生を憶う, 鉄と鋼, 8(1955), 845-846.
- (10) 文部省: 涅氏冶金学, 附図. (1884).
- (11) W. Michel: Curt Adolf Netto-Ein Deutscher im Japan der Meiji-Ära 西日本日独協会.
- (12) C. Netto: Verfahren zur Darstellung von Aluminium, German Patent DE 45149, (1888).
- (13) C. Netto: Process of Making Sodium or Potassium, USA Patent No.460985, (1891)年報, 8(1984), 13-23.



田中和明

★★
1982年 3月 京都大学大学院工学研究科修士課程修了
1982年 4月 新日本製鐵株式会社入社(君津製鐵所勤務)
1996年 技術士(金属部門)登録
2015年 4月 新日鐵住金株式会社, 現職
専門分野: 製鋼, 鋼管, 品質管理
◎一貫して製鐵所での鉄鋼製造に従事。企業内技術士としての金属関連の情宣, 金属技術史研究活動を中心に活動。
★★