

連携記事

南部鉄器の鑄造技術に関する 新たなものづくりの取組み

Efforts of New Manufacturing for Casting Technology of Nambu Tekki

平塚 貞人 岩手大学
教授
Sadato Hiratsuka

はじめに

南部鉄器は、岩手県の特産品であり、盛岡の南部鉄器は、江戸時代中期に南部藩主が京都から釜師や鑄物師を招き、茶の湯釜を造らせたのが始まりで、江戸時代に南部藩の保護を受けて、甲州からも鑄物師を招き、茶の湯釜、仏具、鉄瓶などを鑄造している^{1,2)}。

一方、水沢の南部鉄器は、平安時代後期に藤原清衡が京都や近江の国(滋賀県)から鑄物師を招き、仏具や鉄鍋釜を造らせたのが始まりとされている。江戸時代に伊達藩主の統制と保護を受け、日常は鍋、釜、農具などの日用品を鑄造している。

盛岡と水沢はそれぞれ産地の出発点は異なり、お互い独自に発展してきたが、昭和34年に両産地の組合(盛岡:南部鉄器協同組合、水沢:水沢鑄物工業協同組合)により、岩手県南部鉄器協同組合連合会が発足し、伝統技術を守り伝えながら、現在に至っている。

南部鉄器の特徴の1つ目は、陶器などと比べたら、丈夫で長持ちすることである。50年、100年と世代を超えて使用することができ、使えば使うほど、味わい深い風合いを醸し出してくる。

2つ目は、南部鉄器で料理したり、お湯を沸かしたりすることで、鉄器の鉄分が溶け出すことである。南部鉄器から溶け出す鉄分は「二価鉄」と呼ばれ、鉄分の中でも人間の体に最も吸収されやすく、特に、味噌や食酢など酸味のある調味料で料理すると、より多くの二価鉄が溶け出す³⁾。

サッカーワールドカップ2022で活躍した日本代表の田中碧選手は、ドイツに移籍した時に、現地で鉄分がとれる食材が少ないことで悩み、鉄分を摂取するために「南部鉄瓶」を使ってみた。その結果、血液検査の数値が改善したというこ

とが、SNSで話題になり岩手県知事から「魅力の発信に貢献した」と感謝状が贈られたというニュース^{4,5)}になった。

3つ目は、鉄器は一度熱すると冷めにくく、保温性が高いことである。蓄えた熱を全体に万遍なくじんわり伝えるため、温度差ができにくく、これが料理のおいしさにも関連してくる⁶⁾。

また、最近の南部鉄器の特徴は、カラフルでおしゃれなことである。南部鉄器の伝統的な鉄瓶や鉄器は基本的に黒色であるが⁷⁾、現代ではカラフルで、モダンなデザインの鉄器も増えてきている。鮮やかな色の急須や先進的なデザインの鍋敷きなど、若い世代でも手に取りやすい形へと日々進化している。

一般工芸鉄器は、生型鑄造法により半自動あるいは全自動造型ラインで多量生産されているのに対して、南部鉄瓶は、伝統的な真土型鑄造法によって作られることが多い⁸⁾。その製造方法を習得するには、多くの年月を要することに加えて、職人の高齢化や後継者不足により、技術の継承が大きな課題となっている。このような背景から南部鉄器の新たなものづくりが求められている。

本稿では、伝統的な真土型鑄造法に替わる南部鉄器の鑄造技術に関する新たなものづくりの取組みについて、紹介する。

2 南部鉄器伝統技術と3次元技術の融合

南部鉄器は、鑄型内の空洞に溶けた鑄鉄を流し入れて作るが、その製法には熟練された職人による鑄造の技術が使われ、古くから職人の感覚と技によって技術が伝承されてきた。一方、デジタルデータを用いた3次元ものづくり技術は、自動車産業をはじめとする製造業の大手メーカーにおいて広く活用

RP (CAD データ化) による新たな南部鉄器のデジタルプロセスを構築する (図2)。

- (3) 3次元技術を用いた新たな製造プロセスを検証する (図3)。
- (4) 岩手の代表的な伝統技術の南部鉄器をメイドインジャパンブランドとして高め、国内・海外を見据えた新たな商品戦略、開発、研究と製造プロセスの実用化を図る。
- (5) 鋳物製造の次世代へ向けて、地元の若者・女性が活躍出来る3Dデジタル活用環境の構築を図り、伝統技術の継続拡大を図る。

ことに取り組んだ。

いわて戦略的研究開発推進事業に参画した(株)及富(南部宝生堂)では、3Dデジタル化技術と3Dプリンターを用いて、図4に示す新たなデザインの鉄瓶を製作している。

3 ロストワックス法を活用した南部鉄器

(株)及富は、ロストワックス法を用いて、「南部鉄瓶ゴジラ」を製作した¹⁰⁾。ゴジラ鉄瓶の原型デザインは、彫刻家グ

レゴリー・ローズ氏が手がけ、初代ゴジラが初めて人々の前に姿を現した「大戸島」をベースに東京湾から頭をのぞかせているイメージとし、しっぽが持ち手となり、ゴジラの鼻からお湯が出てくるユニークなデザインである。

製造にあたっては従来の生型鋳造法ではなく、ゴジラの鋭利な牙や肌の凹凸を再現するのに適している、蝋を溶かして鋳鉄を流し込む「ロストワックス法」を用いている。ゴジラ鉄瓶の高さは27cm、奥行きは36cm、幅は30cm、総重量は約15.2kgである。

ゴジラ鉄瓶の製造工程は、

①デザイン設計

初期の怪獣ゴジラの存在感を前面に出すイメージで、底の丸いピラミッド構成で、取っ手の部分の重心が、縦の中心になるようにデザインする。

②原型製作

粘土を削り、粘土製ゴジラを作製する (図5)。

③石膏型

原型から型取りのための見切り線を決め、ワックス原型を作るための石膏型を作製する (図6)。

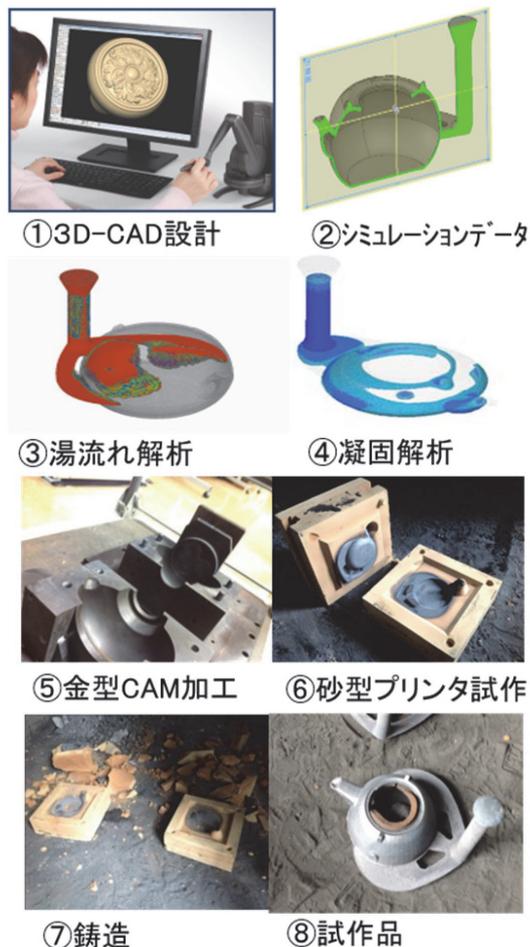


図3 3次元技術を用いた新たな製造プロセス (Online version in color.)



図4 3Dデジタル化技術と3Dプリンターを利用してデザインした南部鉄瓶 (Online version in color.)



図5 粘土製ゴジラ (原型) (Online version in color.)

④ワックス原型

石膏型の中に、溶かしたワックスを流して、ワックス原型を作製する(図7)。また、金属の流れる湯道もワックスで作製する。

⑤ワックス型の組み立てと鑄型の作製



図6 石膏型 (Online version in color.)



図7 ワックス型 (Online version in color.)

本体のワックス原型に湯道ワックスとガス抜き用ベントを取り付け、組み立てたワックス模型をスチール製の枠の中に設置し、埋没材を枠内に流し込む。

⑥脱蠟と焼成

電気炉に鑄型を入れて、温度を徐々に上げて埋没材の中に埋もれているワックス原型を溶かし出す。さらに、高温で長い時間かけて加熱して、埋没材を焼成する。

⑦鑄造(鑄込み)

高温で焼成された鑄型(埋没材)を高温の状態で保ち、溶解した鑄鉄が細部の空洞に行き渡るように注湯する。

⑧仕上げ(最終段階)

グラインダーで表面細部を入念に仕上げ、歯は鉄色で、目玉は、研磨された銀もしくは金を挿入した。

作製した南部鉄瓶ゴジラを図8に示す。なお、この南部鉄瓶ゴジラは、Castings of the yearを受賞している¹¹⁾。

4 南部鉄器における鑄造知見の汎知化とAI技術の適用

株式会社LIGHTzでは、人工知能技術を活用した技術伝承と地域創生の事業の1つとして、南部鉄器に関する鑄造技術の汎知化(はんちか)を行っている。

また、岩手大学鑄造技術研究センターと南部鉄器の熟達技能者である田山鐵瓶工房の田山和康氏(伝統工芸士)と株式会社タヤマスタジオの田山貴紘氏と連携して、鉄瓶製造ノウハウ(現場知見)と鑄造技術のアカデミックな知識(学術知見)を掛け合わせて、ベテラン南部鉄瓶職人の思考を再現するハイブリットAIを開発し、南部鉄器製造の若手職人への技術伝承を行うためのプロジェクトを行っている¹²⁾。



図8 南部鉄瓶ゴジラ (Online version in color.)

まず、南部鉄瓶を造る上で田山和康氏が重視する10個のポイントについて、LIGHTzが2時間ずつ6回に渡りヒアリングを行った。重視するポイントの1つは、例えば「使いやすさ」である。この使いやすさの意味をブレイクダウンすると「お湯の沸く速さ」「注ぎやすさ」となる。お湯の沸く速さは素材の熱伝導性が関係するので、素材選びも大事な要素となる。

次に、ヒアリング結果を基に、南部鉄器を製造するための重要なキーワードに影響を与える要素も合わせて、データベースを作成する。

例えば「注ぐ動作」というキーワードに対しては「鉄瓶の外形」や「重心」に影響の大きな要素としてピックアップする。

こうして作成したキーワードと関連要素のデータベースを「設計構造化マトリクス」(DSM)手法などを用いて分析する。DSMは複雑な系に内包されるさまざまなパラメーターの因果関係や相互依存関係を分析する手法で、これによってキーワード同士の関係性が整理できる。

図9は、ヒアリング結果として作成した南部鉄器職人のブレインモデルである。

南部鉄器職人は、南部鉄瓶を作る場合に、どこに力点を置いて考えているのか、どの要素とどの要素の関連を重要と考えているか、熟達思考を可視化することができる。

図10は、南部鉄瓶の鑄造不具合回避のためのシナリオをブレインモデル化したものである。樹構造(ツリーモデル)にデータをまとめ、学術的な体系、思考をロジカルに表現している。

例えば、鉄瓶の湯回り不良については、【事象】湯回り不良 → 【原因】注湯温度低い → 【対策】注湯温度変更と鑄造不具合回避のためにシナリオツリーモデルとして表し、ブレインモデル化している。

こうして抽出した情報をAI化するには、LIGHTzが技術

伝承を想定して開発したAIシステム「ORGENIUS(オルジニアス)」を活用している。オルジニアスはビッグデータを解析するAIとは異なり、熟練者の思考回路を可視化した「ブレインモデル(共起関係を表現したネットワークモデル)」という独自のネットワーク図を言語解析型AIに教え込むことで、熟練者の知見を活用できるようにしている。

南部鉄瓶製作のブレインモデルを元に開発した「知識共有プラットフォーム」のイメージを図11に示す。

まず、ヒアリング情報やDSMによる分析結果をブレインモデルとして可視化する。関連性の高いキーワード同士を線で結んだネットワーク図で、作業の背景にある思考を含めて職人の頭の中を再現している。

このブレインモデルを教師データとして、オルジニアスの言語解析型AIに学習させる。すると、オルジニアスは人間が入力する言葉に対して、関連性の高いキーワードや情報を導き出すAIを作成する。

このAIを使えば、経験が浅い若手職人でも熟練者の思考を素早く学べることになる。これまでは、若手職人が、紙に書

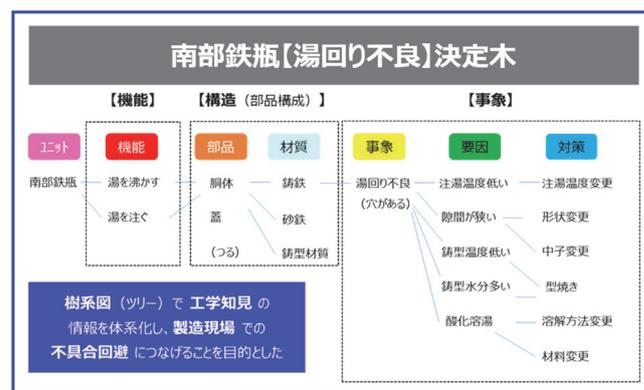


図10 鑄造技術研究者のブレインモデル (Online version in color.)

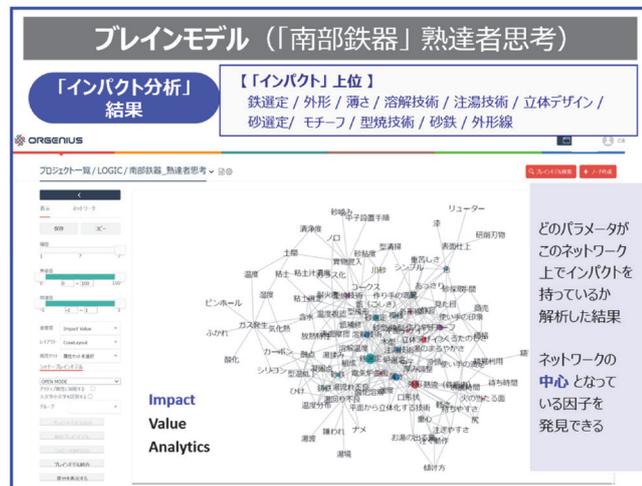


図9 南部鉄器職人のブレインモデル (Online version in color.)

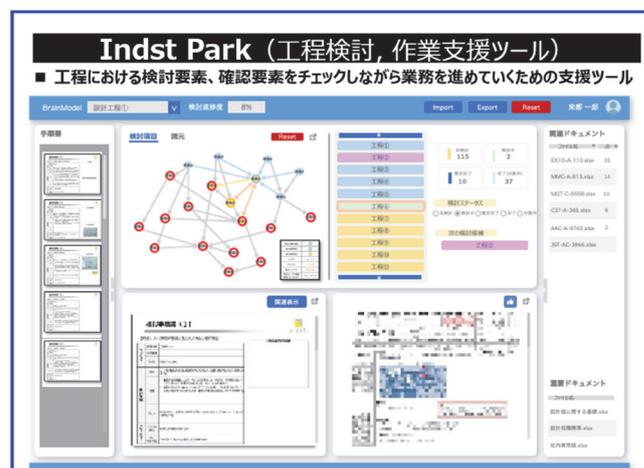


図11 「知識共有」プラットフォーム (Online version in color.)

いた南部鉄瓶のデザインを熟練者に見てもらい、「この部分
は変えないといけない」と駄目出しをされても、断片的な言
葉でしか説明されないのが、その場ですぐに、若手は直すべ
き理由を正確に理解できなかった。

南部鉄瓶のデザインをAIに入力すると、デザイン設計の背
景にある考え方や関連性を知ることができるので、変更が必
要な理由や変更案のヒントが得られる。熟練者に一から十ま
で教えてもらわなくとも、自主的に学んでいける。

今後はこのシステムを使い、若手が南部鉄器製造にまつわ
る不具合の原因などを素早く学べるようになり、従来10年程
度かかっていた下積み期間を短縮できることが期待される。
順調に職人が育てば、海外など新市場の開拓を加速できそう
である。

5 おわりに

岩手県は、南部鉄器の産地として有名であるが、安価な輸
入品の増加や市場縮小により職人が減少し技術継承が危ぶま
れている。中でも南部鉄瓶は、真土型鑄造法によって作られ
ることが多く、その製法は古くから職人の感覚と技によって
技術が伝承されてきた。

しかし、職人の高齢化や後継者不足により、技術の継承が
大きな課題となっており、これからは、南部鉄器の伝統の職
人技術（アナログ技術）と新たな3次元技術（デジタル技術）
や人工知能（AI）を融合したものづくり環境を作ることで、

南部鉄器の伝統技術を次世代に伝承するとともに、伝統技
術の良さを活かした新たな商品開発、新たなブランドを作
ることなど、新たなものづくりの取組みが進むことが期待
される。

参考文献

- 1) 堀江皓：南部鉄器，理工学社，(2000)。
- 2) 堀江皓：素形材，59 (2018) 8, 40.
- 3) 今野曉子，及川桂子：日本料理科学会誌，36 (2003) 1,
39.
- 4) [https://www.pref.iwate.jp/governor/yotei/1053719/
1059928.html](https://www.pref.iwate.jp/governor/yotei/1053719/1059928.html)
- 5) <https://oshu-nambutekki.com/news230105>
- 6) [https://kitchengoods-yanagiya.com/nanbutekki/
characteristic/atsumi.html](https://kitchengoods-yanagiya.com/nanbutekki/characteristic/atsumi.html)
- 7) 堀江皓：素形材，59 (2018) 9, 42.
- 8) 堀江皓：素形材，59 (2018) 7, 48.
- 9) [https://www.pref.iwate.jp/sangyoukoyou/monozukuri/
kenkyuu/1008941.html](https://www.pref.iwate.jp/sangyoukoyou/monozukuri/kenkyuu/1008941.html)
- 10) 鑄造ジャーナル，15 (2019) 8, 42.
- 11) 菊地章：鑄造工学，93 (2021) 1, 50.
- 12) 乙部信吾，中里直樹，林安由美：鑄造工学第179回全国
講演概要集，(2022)，51.

(2023年2月28日受付)