

# 日本刀の科学分析とアウトリーチ活動

中 田 隼 矢\*

## 1. は じ め に

筆者が勤務する岐阜大学教育学部技術教育講座は、小学校および中学校の技術・家庭科 技術分野（以降、技術科と記載）の教員養成を目的としており、本講座において筆者は金属加工の教育を担当している。小学校、中学校、高等学校などの学習内容は文部科学省によって定められた学習指導要領<sup>(1)</sup>によって規定されており、現行の中学校学習指導要領における技術科の学習内容は、「材料と加工の技術」、「生物育成の技術」、「エネルギー変換の技術」、「情報の技術」の4分野で構成され、金属加工は「材料と加工の技術」に含まれている。さらに「材料と加工の技術」においては、我が国の伝統的な技術によって支えられてきた伝統や文化に関する学びが求められている。

岐阜県では鎌倉時代の終わり頃から日本刀製作が始まったとされ、五箇伝の一角を担っている<sup>(2)</sup>。五箇伝とは、特に際立った個性を有する日本刀を製作していた五つの地域である。隆盛を極めた時代はそれぞれ異なり、古い順に大和伝、山城伝、備前伝、相州伝、美濃伝となり、それぞれ現在の奈良、京都、岡山、鎌倉、岐阜にあたる。現在でも、岐阜県の関市周辺には多くの刀工や研師、鞘師らが活動を続けており、岡山県に次いで日本刀に関わる職人が数多く在住している。また、関市は包丁などの刃物の生産量が全国一となっており、その基盤となったのは日本刀づくりとされている。したがって、岐阜県にとって日本刀は、地域の伝統的なものづくりであると同時に地場の代表的な産業へと発展したものづくりであり、技術科の学びに直結する。このような背景から、筆者は現職に着任してから教育研究の題材として日本刀を扱いだした。本記事では、日本刀に関する簡単な解説をしたのち、筆者が実施している中学生・高校生向けの金属に関

するアウトリーチ活動、および日本刀を材料科学の観点から研究するためのクラウドファンディングについて紹介する。

## 2. 日 本 刀

### (1) 日本刀の歴史と鑑賞方法

日本刀は刀身に反りをもつ鋼製の片刃の刃物であり、平安時代の終わり頃に誕生したとされる。本記事は2024年秋に執筆をしているが、2024年放送のNHKの大河ドラマ「光る君へ」の舞台は平安時代となっており、同時代の代表的な刀工の一人に三条宗近がいる。宗近は山城伝の祖とされる刀工の一人であり、日本刀誕生初期に活躍した最も著名な刀工である<sup>(3)</sup>。宗近が作刀したとされる日本刀は幾つか現存しており、その中の一振り太刀 銘 三条(名物 三日月宗近)は国宝に指定されている(図1)<sup>(4)</sup>。本刀は徳川将軍家伝来の宝刀であった来歴を有し、現在は東京国立博物館の収蔵品として定期的に一般公開されている。現存する日本刀の多くは美術工芸品として博物館や美術館などに収蔵されており、国宝や重要文化財などに指定されているものも少なくない。その中でも、平安から鎌倉時代に作刀された日本刀は特に評価が高い。残念ながら当時の詳細な作刀方法は伝承されておらず、現在では完全に同じものを再現することはできないとされている。



図1 太刀 銘 三条(名物 三日月宗近)、全長98.1 cm.  
(出典：国立文化財機構所蔵品統合検索システム  
([https://colbase.nich.go.jp/collection\\_items/tmm/F-20103](https://colbase.nich.go.jp/collection_items/tmm/F-20103)))

\* 岐阜大学教育学部技術教育講座；准教授(〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)  
Japanese Swords: Scientific Analysis and Outreach Activities; Toshiya Nakata(Technology Education, Faculty of Education, Gifu University, Gifu)  
2024年11月29日[doi:10.2320/materia.64.172]

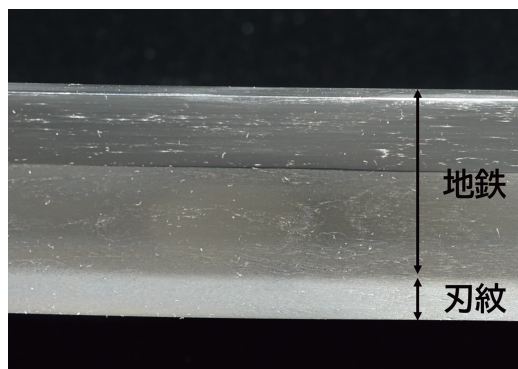


図2 打刀(幅約3 cm)の地鉄と刃文。(岐阜大学教育学部附属郷土博物館収蔵物)(オンラインカラー)

美術工芸品としての日本刀の鑑賞要素は「姿(すがた)」, 「地鉄(じがね)」, 「刃文(はもん)」となる<sup>(5)(6)</sup>。ここでは, 後述する独特の製法によって生じる「地鉄」と「刃文」について紹介する。図2は岐阜大学教育学部郷土博物館が収蔵している打刀の刀身の一部を拡大した写真となる。地鉄は後述する折り返し鍛錬によって形成され, 刃文は焼入れによって形成される。地鉄は日本刀へと鍛錬された鋼全体, もしくは焼入れが施されていない部位を指し, 地鉄内の折り返し鍛錬によって生じた文様を鍛え肌と呼ぶこともある。刃文は焼入れによって硬質化した部位となる。研磨が施されることで地鉄はやや黒く, 刃文は白色となるが, これらは単色ではなく製法に起因する淡い文様が生じている。日本刀鑑賞の難しさはこの変化を視認しにくいことが一因となるが, 視認のコツは金属表面を鏡面状態に仕上げる研磨工程の一部とよく似ている。具体的には, エメリー紙による研磨からバフ研磨に移行すると研磨痕は徐々に浅くなり, 消えていく。バフ研磨中の浅い傷の有無を確認するためには, サンプルを種々の角度に傾け光の当て方を調整することで傷が視認しやすくなる。日本刀の鑑賞もこの要領に似ている。ただ, 日本刀を直接手に持って鑑賞できる場合は刀身を動かすことで光の当て方を調整できるが, 博物館などで展示されている日本刀と光源となる照明は固定されている。そのため, 展示中の日本刀を鑑賞するためには, 我々自身が動くことで, 視認する反射光を調整する必要がある。もし, 博物館などで日本刀を鑑賞する機会があった際は, 真正面からだけではなく, 斜めからも観察することで刀身内に現れる多種多様な文様の変化を探っていただきたい。

## (2) 日本刀の材料科学

失われた古い時代の日本刀の製法を解明するため, 様々な分野の専門家が日本刀の研究を重ねてきている。製法に密接に関わる冶金学研究は100年以上の歴史があり, その先駆者は俵国一である。俵は東京帝国大学教授を務めた日本の冶金学研究の礎を築いた人物であり, ドイツに留学後, 当時先進的だった金属用光学顕微鏡を日本に導入し, 日本刀へと鍛え上げられた鋼の金属組織などを分析している<sup>(7)</sup>。なお, 俵は

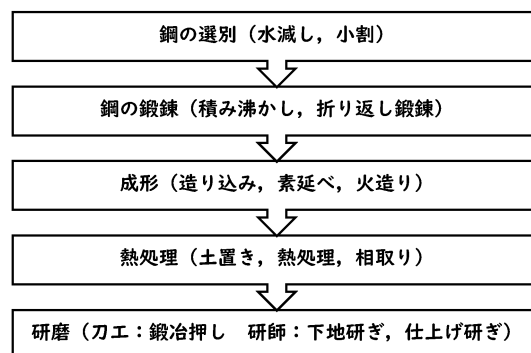


図3 日本刀の作刀工程の概略。

日本鉄鋼協会の創立者の一人であり, 日本金属学会とも関わりが深い。その後も微細組織評価を中心に多くの研究が重ねられており, 近年では北田が電子顕微鏡等を用いた膨大な分析結果を報告している<sup>(8)</sup>。近年では, SPring-8やJ-PARCなどを用いた内部構造の評価なども精力的に進められており, 文化財である日本刀にとって非破壊で分析できる意義は極めて大きい<sup>(9)-(12)</sup>。図3は日本刀の製作方法の概略となる<sup>(7)(8)(14)-(17)</sup>。ここでは, 素材である玉鋼, 折り返し鍛錬, 造り込み, 熱処理について, 材料科学の観点も交えながら簡単に紹介したい。より詳細な製法について関心を持っていただいた場合は, 谷村<sup>(13)</sup>による報告が全体像を把握しやすく, わかりやすい。なお, 前述の通り古刀の詳細な製法は不明なため, 以下に記す製法は現在のものである。

日本刀の素材は鋼であるが, この鋼は日本古来の製鉄法であるたたらによって製錬される<sup>(14)-(16)</sup>。商業的なたたら製鉄は大正時代に途絶えてしまったが, 現在では公益財団法人日本美術刀剣保存協会によって毎年1~2月に島根県奥出雲町にて日刀保たたらが実施され, 得られた鋼は全国の刀工に配付されている<sup>(15)</sup>。たたら製鉄の原料は砂鉄と木炭となり, 粘土製の炉内で砂鉄とともに木炭を燃焼することで砂鉄を還元する。現在では得られる鋼を玉鋼と呼称することが多く, 本鋼は不純物の含有が少なく, 現代鋼と比べて後述する折り返し鍛錬を施しやすいとされる。なお, 作刀方法と同様に製鉄方法についても古い時代の製法は不明な点が多く, 古刀を再現できない要因の一つに鋼の性質が異なる可能性も指摘されている。玉鋼の炭素濃度にはバラツキがあり, 炭素濃度が約1.0~1.5 mass%前後の状態がよいものが後述する皮鉄(かわがね)として刀身外側の素材として用いられる。折り返し鍛錬では玉鋼全体の炭素濃度を0.6 mass%程度に均質化しつつ, 鋼中に残存する不純物の除去や破砕などを目的とする。本工程では, 1200℃程度に加熱した鋼塊を槌で繰返し叩くことによって徐々に伸ばす。鋼塊がある程度伸びた段階で切込みを入れ折りたたみ, 内側の面同士を鍛接によって接合し, 再び槌で打ち伸ばす。皮鉄ではこの工程を10~15回程度繰返し, 高温下での鍛錬によって表層では脱炭が生じつつ, 折り返しと炭素原子の拡散によって鋼中の炭素濃度の均質化が進む<sup>(18)</sup>。鋼中に残存する脱炭層や不純物が地鉄

内の肌模様となるため、折り返し方向などを変えることによって肌模様は多様に化する。

日本刀の形状は細く長いため、刀身に外力が加わると曲がりやすく折れやすい。形状に起因する弱さを補うため、日本刀は単一の鋼で製作するのではなく、硬軟の鋼を組み合わせた複合構造をもつ。この複合化を造り込みと呼ぶ。複合構造には幾つかの種類があるが、外側には硬質な炭素濃度が高い鋼、内部は靱性を重視し外側より炭素濃度が低い鋼を用いるのが基本構造となる。外側の鋼は皮鉄かわがね、内側の鋼は心鉄しんがねと呼ばれる。硬質な皮鉄によって刃部の硬さと刀身の曲げに対する強さを確保し、心鉄の靱性によって刀身の破壊を抑制している。造り込み後、形状を整え熱処理を施す。日本刀の熱処理条件は、土置きにより緻密に制御される。土置きは粘土、木炭、鉄粉、砥石の粉などを混ぜた焼き刃土を適量の水で溶き刀身に塗布することで、膜沸騰の抑制と冷却速度を制御する<sup>(19)</sup>。高温に加熱した刀身を直接水に投入すると、鋼に接した水は瞬間的に沸騰し、気泡化した蒸気が鋼表面に付着する膜沸騰が生じる。蒸気膜の付着により鋼から水への熱伝達が妨げられるが、焼き刃土を極薄く塗ることによって鋼への蒸気膜付着を抑制し、冷却速度の低下を防ぐことができる。冷却速度を大きく低下させるためには、焼き刃土を厚く塗布することで鋼から水への熱伝達を抑制する。刃には焼き刃土を極薄く塗布することで急冷によるマルテンサイト変態を起し、その他の部位は焼き刃土を厚く塗布することで徐冷によるパーライト変態などを起し、刀身内の強度と靱性のバランスを巧みに整えている。図4に筆者が評価した現代刀の断面に対するビッカース硬さ分布を示す。造り込みと熱処理条件の緻密な制御によって、刀身内の硬さが大きく変化していることがわかる。熱処理後、その成否などを確認するため刀工自身が粗研ぎ(鍛冶押し)を実施し、その後は研師のもとで研がれる。研ぎは大きく分けて形状を整える「下地研ぎ」と鋼中の文様を現出させる「仕上げ研ぎ」の2段階に分かれる。仕上げ研ぎでは、折り返し鍛錬や熱処理に伴って

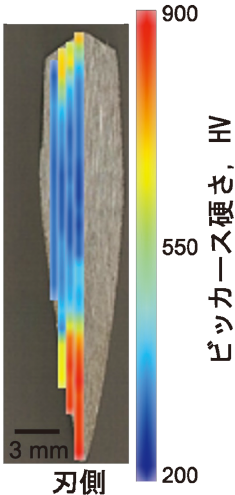


図4 日本刀断面のビッカース硬さ分布。(オンラインカラー)

生じた鋼中の僅かな硬軟差を利用し、表面に繊細な凹凸を形成する。この凹凸が地金中の鍛え肌や刃文の濃淡となり、鋼中に多彩な文様の変化を生み出す。

近年は若年層にも日本刀の愛好家が増えている。本紙の読者には大学教員も多いかと思う。講義の中で鉄鋼の組織制御などを扱う際は、日本刀と関連付けて解説をすると目を輝かせる学生もいるかもしれない。

3. アウトリーチ活動

(1) 日本刀の材料科学に関するオンライン講義配信

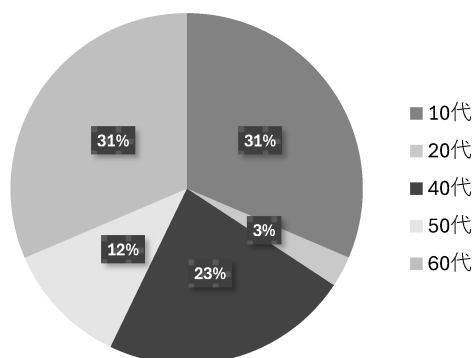
筆者は2019年度より日本刀の製法を材料科学の観点から解説する公開講座を開講している<sup>(21)</sup>。受講対象は中学生・高校生としているが、一般からの受講も受け付けている。初年度は対面で開講できたものの、翌年度からはコロナ禍の感染対策のためYouTubeによるオンデマンド動画配信に移行し、その後もオンライン形式で開講してきた。なお、(自身が話している動画を視聴するのは苦行なため)配信動画は、明らかな言い間違いや大きな間などが生じない限りほぼ編集はしていないが、音声を聞き取りやすくするため音声収録用のコンデンサーマイクなどを用いながら収録を行っている。ここでは、対面で実施した2019年度とオンラインで開講し特に受講者が多かった2021年度の結果について簡単に紹介する。

本講座の受講者数を表1に示す。2021年度の受講者数が急激に増加したのは開催期間が長かったことに加えて、開催期間の後半からSNSによる情報拡散が上手く機能したためと思われる。両年度の受講者の年齢分布を図5に示す。対面で開講した2019年度の講座については、最も受講者が多かった年齢層は10代と60代となり、次いで40代が多かった。10代のほとんどが中学生もしくは高校生となっており、40代の受講者の多くが中高生の保護者だった。30代の受講者はいなかった。オンラインで開講した2021年度の講座については、2019年度と比べて20代および30代の受講者割合が大きく増加し、60代の受講者割合は大きく減少した。受講者層の大きな変化は、開講情報の案内方法と開講形式の変化が影響していると思われる。2019年度の開講情報は、大学公式サイトへの掲載、大学が立地する岐阜市発行の広報誌への掲載、近隣の中学校・高等学校への開催案内の配布などを行った。中高生は学校で開催情報を知った受講者が多く、50および60代は広報誌で開講情報を知った受講者が多かった。一方2021年度については、学校への案内と広報誌への掲載は実施しなかったため、中高生と50代以上の受講者が減少したと思われる。SNSによる開催案内は、2019年度は

表1 公開講座の受講者数。

| 開催年度 ( ) 内は開催期間    | 受講者数 (人) | 男性 (人) | 女性 (人) |
|--------------------|----------|--------|--------|
| 2019年度 (7/7)       | 35       | 22     | 13     |
| 2021年度 (7/31~2/27) | 254      | 93     | 161    |

## 2019年度



## 2021年度

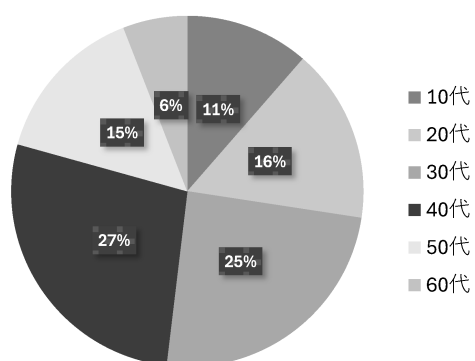


図5 2019年度および2021年度の受講者の年齢分布。

Facebook 上の筆者の個人アカウント、2021年度については Facebook, Twitter (現: X), Instagram の筆者の個人アカウントに加えて大学の公式 Twitter アカウントに開催情報が掲載されたが、受講申し込み繋がったのはおそらく2022年1月からの筆者の Twitter アカウントの投稿のみだったと思われる。これは、後述する日本刀に関するクラウドファンディング(CF)の実施予告を2022年1月頃から実施したところ反響が大きく、あわせて本講座も認知されることになった。その結果、本予告以降に175名の受講申し込みがあった。

本講座の内容については実施年度によって多少変更しているが、対面で開講した2019年度は日本刀の製法を材料科学の観点で解説する内容を軸とし、岐阜大学教育学部の紹介、非鉄金属も含めた金属全般に関する内容を休憩と焼入れの簡単な実験を交えながら2時間程度実施した。オンラインで開講した2021年度は4部構成とし、動画1:岐阜大学の紹介と金属全般、動画2:日本刀の簡単な歴史や鑑賞方法、動画3:日本刀の製法を材料科学の観点で解説、動画4:製鉄とした。動画3については前・後編の2分割とし各約40分の動画としたが、それ以外は各30分程度の動画とした。なお、これらの内容は、筆者が岐阜大学の一般教養科目(全学共通教育科目)として開講している日本刀の製法などを扱っている講義(現講義名:古今のものづくり)を基に、高等学校や中学校で学ぶ内容と関連付けた解説を意識した。例えば、マルテンサイト変態については高等学校の化学と関連付け、

鉄原子の配列の変化や炭素原子の固溶についても簡単に解説している。講義の難易度設定は受験生確保に繋げたい目的もあり、高校生を想定している。

受講後のアンケート結果を確認する限りでは、両年度とも「非常にわかりやすい」、「分量が適当だった」という回答が約80%となり、2021年度については熱心に視聴してくれた中学生も一定数いた。一般の受講者も含めて、ある程度専門性が高い内容を丁寧に解説したことが評価されたようだった。但し、受講後のアンケートへの回答率は対面開講時はほぼ100%だったが、オンライン開講に移行してからは25%程度に低下していた。なお、YouTubeのアナリティクス上の各動画の平均再生率は動画1については38%だったが、それ以外は40%代前半だった。平均再生率は、各ユーザーがその動画の何割程度を視聴したかを示す再生率を平均化したものとなる。YouTubeチャンネルの収益化を目指す場合は、平均再生率は40%程度を目指すこと、とする情報がインターネット上に散見している。YouTube側の公式見解ではないため真偽のほどは定かではないが、本講義動画もある程度の受講者が一定時間視聴してくれたと判断できる。

### (2) 木目金製アクセサリ製作のワークショップ

2022年度より中学生・高校生限定で木目金(柸目金)製の装飾品製作のワークショップ型公開講座も開講している。中学校・技術科のカリキュラム中の「材料と加工の技術」には金属も含まれているが、授業時間数の兼ね合いや設備の問題から実習で金属を扱わないことが多い。本ワークショップは技術科の授業を補完しつつ、大学の設備を活かしたものづくり体験の提供を目的としている。木目金は、江戸時代頃に秋田の刀装具職人が考案したとされる伝統工芸一つとなり<sup>(22)</sup>、金属内に木材の木目と似た模様を形成できることからその名が付いた。色の異なる金属板を積層させた状態で加熱し、拡散接合などによって金属板同士を接合し木目金の地鉄を製作する。この地鉄に種々の加工を施すことによって、多種多様な模様を造り出すことができる。例えば、図6のように下層の金属板に達するまで地鉄の表面を局所的に削る。その後は槌で打つ、あるいは圧延を施すことで表面の高さを揃える。下層の金属板は表面の金属板と色が異なるため、この部分が模様となる。積層数を増やし多段的に削り出せば、複雑な模様を形成することができる。ただ、接合から模様形成までは長い時間を要するため、本ワークショップでは純銅と銅合金

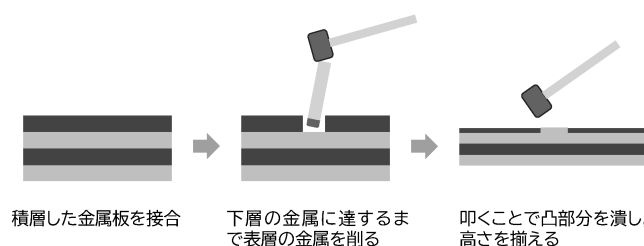


図6 木目金の製作方法。



## 中学生・高校生対象 指輪製作のワークショップ



### 岐阜大学教育学部・公開講座

対象

中学生・高校生 3名

実施日時

2024年11月16日(土) 9:30~13:00(申込み〆切: 11/4)

2024年12月15日(日) 9:30~13:00(申込み〆切: 12/1)

参加費

500円(保険及び材料代)

申込み方法

右のQRコード、もしくはプロフのURLより。



図7 Instagramに掲載したワークショップの開催案内。(オンラインカラー)

を接合し模様を形成済みの地鉄を予め用意し、半日程度ではほぼ手作業で指輪の製作を行っており、これまで51名が受講している。受講者の多くは金属に対して「硬い」印象を持っていたが、加工方法を工夫すれば手作業で成形できることに驚く声が多かった。また、最終工程となる研磨では、丁寧に磨き上げることで光沢を帯びることも達成感が得られやすいようだ。

本講座の受講者確保にも SNS が大きな役割を果たしている。Twitter, Instagram, Facebook による案内を試してみたが、受講者やその保護者の利用率が高い Instagram が効果的だった。Instagram は画像を主体とする情報発信となるため、木目金のサンプルとその製作ワークショップであることが伝わりやすい画像を掲載すると、申し込みに繋がりがやすかった。Instagram に掲載している開催案内例を図7示す。

#### 4. 日本刀の科学研究とクラウドファンディング

刀工達は種々の製法を組み合わせることによって、刀身内の強度分布を巧みに制御している。鋼の強度は作刀条件の影響を強く受けることから、鋼の強度を定量的に評価できれば、作刀条件推定の大きな手掛かりとなり得る。しかし、日本刀研究において、鋼の微細組織などの評価と比べて強度に着目した研究は極めて少ない。その要因は、内部構造が複雑な日本刀に対して、標準的な強度試験を適用することが難しいことが一因と思われる。そのため、日本刀へと鍛え上げられた鋼の強度に関わる研究は、通常よりも微小な試験片を用いることで引張特性<sup>(23)</sup>、曲げ特性<sup>(24)</sup>、衝撃特性<sup>(25)</sup>を評価したもの、さらに集束イオンビーム(FIB)加工を用いて、結晶粒内からマイクロサイズの試験片を採取し引張特性などを

評価した報告<sup>(26)</sup>がある程度となる。

筆者の専門は材料強度学であり、その中でも指先に載る程度の微小試験片を用いた強度評価に取り組んできた。微小試験片を用いた強度評価において最も留意すべきことは、試験片の変形機構が変化するサイズ効果が生じる可能性があることだ<sup>(27)</sup>。筆者は、これらの問題に対して実験と数値解析を組み合わせることで、新たな評価指標の提案<sup>(28)</sup><sup>(29)</sup>や試験条件の影響を定量化<sup>(30)</sup>してきた。これらの研究知見を基盤として、強さの観点から日本刀の評価を試みようとしている。具体的には前述の製法の推定だけではなく、独特の製法を組み合わせることによって実現している刀身の強さの評価に結びつけたい。日本刀の形状や鋼の強さも時代とともに変化しており、これは武器としての日本刀の扱い方の変化に対応しているとされる。素材である鋼の強さを精緻に評価することで、各時代・各地域の刀工達が目指した日本刀の姿の一端を明らかにしていきたいと考えていた。しかし、研究資金の獲得に難航し、研究に着手できない状況が続いていた。そのような中、2021年末に所属する岐阜大学内でクラウドファンディング(CF)テーマの公募があり、CFに挑戦することにした。以下、筆者が実施したCFの概要について紹介する。

筆者は、2022年3~4月に「日本刀の製法解明へ。日本刀を作り出す鋼の強さの評価研究にご支援を。」、および2023年12月~2024年1月に「科学が紐解く、日本刀の強さの秘密:「曲がらず」の解明」のテーマで2度研究資金をCFで募り、両者とも成功している。ここでは初回のCFについて記す。筆者が実施したCFは、岐阜大学が提携しているREADYFOR株式会社が運営するCFサービスを利用した。初回のCFでは、広報活動の方針やWEB上のCF実施ページの製作等について、同社のキュレーターによるサポートを受けながら進めた。なお、CFで得た支援金は同社を介して寄付金として大学に支払われるため、通常の寄付金と同じく支援者は税制上の優遇措置を受けることができる。

CFの実施にあたって重要なことは、支援を検討してくれる可能性がある人達にその情報を届ける広報活動となる。そのため、公私問わずできるだけ多くの人達にCFへの支援を呼びかけることを求められた。この支援とは直接の寄附だけではなく、情報拡散への協力も含まれる。広報の方法は様々あるが、筆者はSNSを軸に活動を行いつつ、これまで実施してきた公開講座の受講者にメールにて支援を依頼した。なお、SNSのアカウントは研究室名義で運用していたが、CFの実施にあたってアカウント名を本名と所属に切り換えて運用している。

SNSによる広報はTwitter, Facebook, Instagramを併用したが、Twitterを主に利用することになった。これ以前は、SNSを用いた情報発信は公開講座の開催案内の掲載程度となり、SNSの運用にはやや不慣れだった。CFを開始して早々、筆者の配慮・説明不足により、Twitter上でご意見をいただくことになった。幸い、すぐに詳しい説明を行うことで解決できたが、以降も本CFに関する書き込みの中で筆者から説明が必要と判断したものについては、ほぼ対応をし

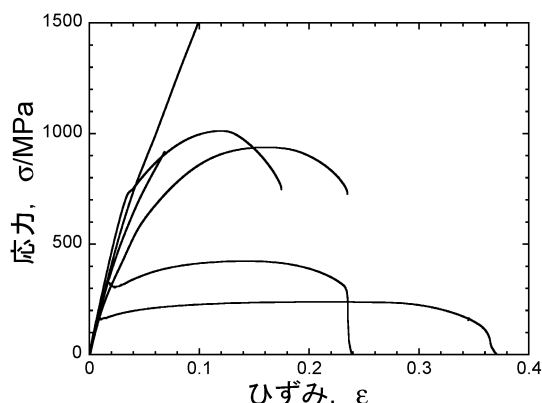


図8 いくつかの日本刀内から採取した微小引張試験片によって評価した公称応力-公称ひずみ線図。

ていった。本対応にかなりの労力を割くことになったが、オープンな場で意見を交わすことで広報的な効果が少なからずあったように思う。この対応がどの程度支援に結びついたかは不明だが、TwitterからのCF実施ページへのアクセス割合は全体の54%となり、支援数割合と支援額割合は少なくともそれぞれ31%と15%だった。FacebookやInstagramからの情報発信も行っていたが、Twitter上での対応に注力したこともあり、ほとんど効果はなかった。なお、大学WebサイトからCF実施ページへのアクセス数は10%に満たなかったことから、独自の広報活動を実施しなければ成功に至ることはなかったと思われる。初回のCFの目標金額は200万円としていたが、最終的な支援金額は2,615,000円となった。通常のCFは実施者の知人からの支援割合が多いとされるが、筆者の支援者110名の内95%が公私含めて直接の面識はない方々であった。また、直接の面識がない支援者の内、岐阜県および愛知県在住者からの支援はそれぞれ約10%であり、全国の方々から多くのご支援をいただいた。この中にはオンライン公開講座の受講者も多く、受講者の中学生が自分のお小遣いから支援をしてくれたケースもあり、多くの方々より想いの籠もった重いご支援をいただいた。

CFで得られた研究資金を用いて実施した実験結果の一例として、日本刀内から微小試験片(全長16mm、厚さ0.5mm)を採取して引張特性を評価した公称応力-公称ひずみ線図を図8に示す。現在、成果をまとめている最中のため、ひずみはクロスヘッド変位による簡易評価結果とし、いくつかの日本刀の評価結果を混在させたものであることをご容赦願いたい。刀身内の位置が僅かに異なる、あるいは製法が異なることで引張特性が大きく変化することを明瞭に確認できる。現在は、2回目のCFで支援いただいた寄付金を用いて、本引張特性を用いた日本刀の構造解析の初期検討にも取り組んでいる。なお、分析に用いている日本刀は、現代の刀工から提供を受けたものや様々な事情で切断されてしまった日本刀の断片から試験片を採取している。本誌読者の皆様におかれましては、もし過去の研究などで切断されてしまった日本刀がお手元に残っており、今後利用の見込みがない場合

には、本研究への提供をご検討いただけますと幸いです。

#### 4. 最 後 に

学術的な知見をほとんど含まない散文にお付き合いいただいたことを深謝いたします。これらの活動は、以下に記す多くの皆様のお力添えにより実施した。

日本刀に関する引張試験は筆者が博士研究員として在籍していた国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構(旧・独立行政法人日本原子力研究開発機構)で実施した。六ヶ所フュージョンエネルギー研究所の野澤貴史グループリーダーおよび加藤太一朗主幹技術員に御礼申し上げます。また、試験片加工などはCF「日本刀の製法解明へ。日本刀を作り出す鋼の強さの評価研究にご支援を。」による寄付金を用いて実施した。支援者の皆様に御礼申し上げます。

木目金については、岐阜大学の2021年度全学共通教育科目「学びをデザインする」の受講者である工学部化学・生命工学科 藤原奈生さんの協力を得て製作条件の最適化を実施した。失敗を重ねながらも根気強く取り組んでくれた熱意は、目を見張るものがあった。藤原さんの大きな協力に心より感謝します。

CFは岐阜大学学術研究・産学官連携推進本部企画・研究支援部門URAの大岡敦子特任助教に協力いただきながら進めた。学内にCFのノウハウがない時期に最後までお力添えをいただいたことに御礼申し上げます。

最後に、日本刀の鑑賞方法については、静岡県三島市に所在する公益社団法人佐野美術館が開講する日本刀初心者講座を通じて学ぶ機会をいただいた。初級コースの講師である住麻紀先生、中級コースの講師であり同館元理事長であられた故渡邊妙子先生と学芸員の志田理子先生、そして佐野美術館のスタッフの皆様にご心より感謝申し上げます。筆者が日本刀に深い関心を抱く契機となったのは、2019年2月に同館で開催された「日本刀をもってみよう」というイベントに運良くキャンセル枠で参加でき、渡邊先生のお話を伺う機会に恵まれたためである。2024年2月にご逝去された渡邊妙子先生のご冥福を心よりお祈り申し上げるとともに、刀剣の魅力と奥深さを教えてくださいました渡邊妙子先生に改めて深く深く感謝申し上げます。

#### 文 献

- (1) [https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt\\_kyoiku02-100002604\\_02.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt_kyoiku02-100002604_02.pdf) (2024年10月25日閲覧)
- (2) 渡邊妙子, 住 麻紀: 日本刀の教科書, 東京堂出版, (2014), 95.
- (3) 渡邊妙子, 住 麻紀: 日本刀の教科書, 東京堂出版, (2014), 98.
- (4) 国立文化財機構所蔵品統合検索システム「太刀 銘 三条(名物 三日月宗近)」([https://colbase.nich.go.jp/collection\\_items/tnm/F-20103](https://colbase.nich.go.jp/collection_items/tnm/F-20103))
- (5) 小笠原信夫, 佐藤貫一: 復刻版 日本刀の鑑賞基礎知識, 雄山閣, (2019).
- (6) 酒井元樹: 刀剣鑑賞の歴史, 東京国立博物館, (2017), 40.

- (23) M. Okayasu, H. Sakai and T. Tanaka: J. Mater. Sci. Eng., **04** (2015), 1000162.
- (24) M. Yaso, *et al.*: J. Alloy. Compd., **577** (2013), S690-S694.
- (25) 佐々木直彦, 他: 鉄と鋼, **86**(2000), 45-50.
- (26) 郭 光植, 他: 鉄と鋼, **110**(2024), 160-170.
- (27) 幸野 豊: プラズマ・核融合学会誌, **76**(2000), 368-375.
- (28) T. Nakata, *et al.*: Mater. Sci. Eng.: A, **666**(2016), 54-60.
- (29) T. Nakata, *et al.*: Fusion Engineering and Design, **200**(2024), 114143.
- (30) T. Nakata, *et al.*: Expe. Mech., **57**(2017), 487-494.



★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

2009年 9月 室蘭工業大学大学院工学研究科博士課程  
修了

2009年10月 日本原子力研究開発機構核融合炉構造材  
料開発グループ 博士研究員，2012年  
10月より任期付研究員

2013年 2月 株式会社神戸製鋼所材料研究所

2015年 4月 岡山大学大学院自然科学研究科 助教

2017年10月より現職

専門分野：材料強度学，微小試験片試験技術

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★