

3次元CGによる火縄銃製作の可視化

林 武 文

要 旨：近世の日本国内における火縄銃の製作技術は、鉄炮鍛冶の間で受け継がれた門外不出の秘伝の技術であった。その技法の詳細は、研究が進んだ今日でも不明な点が残されている。本研究では、井上家古文書を含めた歴史研究の成果を踏まえ、火縄銃の製造工程を3次元コンピュータグラフィックス（CG）を用いて再現した。

キーワード：火縄銃、歴史研究、鍛造、3次元CG、鉄炮鍛冶、地域振興

1. はじめに

我が国における火縄銃の製作技術は、1543年に種子島に漂着したポルトガル人から購入した2丁の鉄炮を元に、国内の鍛冶職人が独自に発展させたものであり、鉄炮鍛冶の間で門外不出の秘伝の技術として継承された⁽¹⁾⁽²⁾。その詳細に関しては、現代の歴史研究が進展してもなお、多くの未解明の点が残されている。日本刀の鍛錬は現代まで続けられているのに対し、火縄銃は、明治維新以降は製造が極端に縮小し刃物や工具のような別の鍛造品に移行したため、現代では製造を受け継ぐ者は存在しない。本研究では、火縄銃の製作工程を3次元コンピュータグラフィックス（CG）により再現し、歴史研究の成果を可視化するとともに、情報発信によって教育や地域振興に貢献することを目的としている。

大阪府堺市は、鉄炮伝来から江戸末期までの300年以上にわたり、根来（和歌山県）、国友・日野（滋賀県）とともに西日本の火縄銃の製造拠点として繁栄した。堺市の環濠エリア北部に位置する井上関右衛門家（以下「井上家」）は、江戸時代に急成長した鉄炮鍛冶である。江戸中期以降は、戦国時代から続く榎並家、芝辻家などのいわゆる「五鍛冶」が衰退の一途を辿る一方で⁽³⁾、井上家は逆に生産量を伸ばしていた⁽⁴⁾。2014年に井上家住宅に伝わる古文書資料（井上家文書）の確認作業が開始され、火縄銃の図面や取引先の名前が記された文書、帳簿類など江戸期の鉄炮生産に関する資料が多数発見された。その歴史的価値の高さから2015年より堺市と関西大学の共同研究調査が行われた⁽⁵⁾。その後、井上家住宅は、現存する唯一の鉄炮鍛冶の作業場兼住居の跡地として、市の有形文化財に指定された。また、保存工事の後に堺の鉄炮文化の発信を目的にした「鉄炮鍛冶屋敷」として2024年3月より一般公開されることになった⁽⁶⁾。

本研究では、可視化の対象として、井上家における江戸中期以降の火縄銃製作を取り上げた。CGのモデルにしたのは、井上関右衛門によって製作された細筒の火縄銃（図1参照）である。堺筒特有の装飾を一切施さず、銃身をシンプルな八角形に仕上げたこの量産型は、井上家製の火縄銃の典

型的な特徴を有している⁽⁷⁾。2021年度には、全パーツの形状を3Dスキャナーで計測し、得られたデータを用いて3次元CGモデルと質感データを制作した⁽⁸⁾。2022年度にはCGの試作映像を制作し、これをシンポジウムで公開した⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。その後のシンポジウム参加者や有識者からのフィードバックにより、火縄銃製作とCG映像に関する数々の貴重な知見を得た。

本稿では、2023年度に完成したCG映像「火縄銃の製造 ～鍛造による銃身の製造工程～」(図2)の制作過程と代表的なシーンについて解説する。銃身の製作工程に関しては、江戸時代に出版された火縄銃製作に関する書物⁽¹¹⁾⁽¹²⁾とその研究書^(7, 13-17)に加えて井上家文書中の「鉄炮作法秘伝書」⁽⁵⁾を参照し、不明な側面については専門家や現役の鍛冶師からの意見を取り入れて映像化した。さらに、映像の後半部分では、火縄銃の発射メカニズムを詳細に表現したCG映像を制作した。



図1 火縄銃 三匁筒 摂叟住 井上関右衛門 作(堺市所蔵)
(全長123cm、銃身長90cm、総重量2.4kg、鉛弾径：12.284mm)



図2 制作したCG映像のオープニング画面

2. CG映像制作に用いた資料

鉄炮が伝来してからわずか数年で国産化に成功した火縄銃の製造技術は、戦国時代を通じて急速に進化した。しかし、江戸時代以降、戦闘における需要の減少に伴い、大規模な技術革新は見られなくなったとされている⁽¹³⁾。井上家における火縄銃製作が盛んであった江戸中期以降の火縄銃製作の手法を記した書物として『中嶋流炮術管闕録』⁽¹¹⁾と『大小御鉄炮張立製作扣』⁽¹²⁾が挙げられる。これらの書物に関する研究資料も豊富に存在している^(7, 13-19)。さらに、井上家文書には、火縄銃の製造過程を図入りで説明する『鉄炮作法秘伝書』⁽⁵⁾も含まれている。本研究ではこれらの文献を基にし

てCG映像で表現するシーンを選定した。その概要について以下に述べる。

2.1 中嶋流砲術管闕録⁽¹¹⁾

本書は、周防国徳山藩（現在の山口県周南市とその近郊）の砲術家であった棟居保春によって著された砲術書であり、天保14年（1843年）5月に刊行された。その中の一部に火縄銃の製作方法が紹介されている。本書には製造の詳細は記されていないが、製作手順は挿絵を通じて分かりやすく示されており、現代の多くの学術書や文献で引用されている⁽⁷⁾⁽¹⁴⁻¹⁷⁾。

図3では、中嶋流砲術管闕録に記された火縄銃銃身の鍛造工程⁽¹⁹⁾を示している。銃口径を決める心金（真金、マキシノとも呼ばれる）に軟鉄の板材（瓦金）を巻き付けて鍛接し、銃身の筒を製作する。これを荒巻と呼び、このまま銃身として使用したものを「うどん張」と称する（図3(a)）。次に、銃身に細長い薄板を巻き付けて鍛接し、銃身を強化する。これを葛巻（かづらまき）と呼び、このようにして強化した銃身を「巻張」と称する（図3(b)）。さらに強度を要する大筒などの場合には、葛巻を2重にすることもあり（二重巻張）、その様子も本書で描かれている（図3(c)）。銃口部分など強度が必要な箇所には補強材を巻き付けて鍛接することもあり、外形を整えた後に火皿や目当（照準器）を取り付ける。銃身内部は、錐（きり）を使って研削し、すきまを調整するためにセリ木や紙を挟むことが記載されている。（図3(d)）。

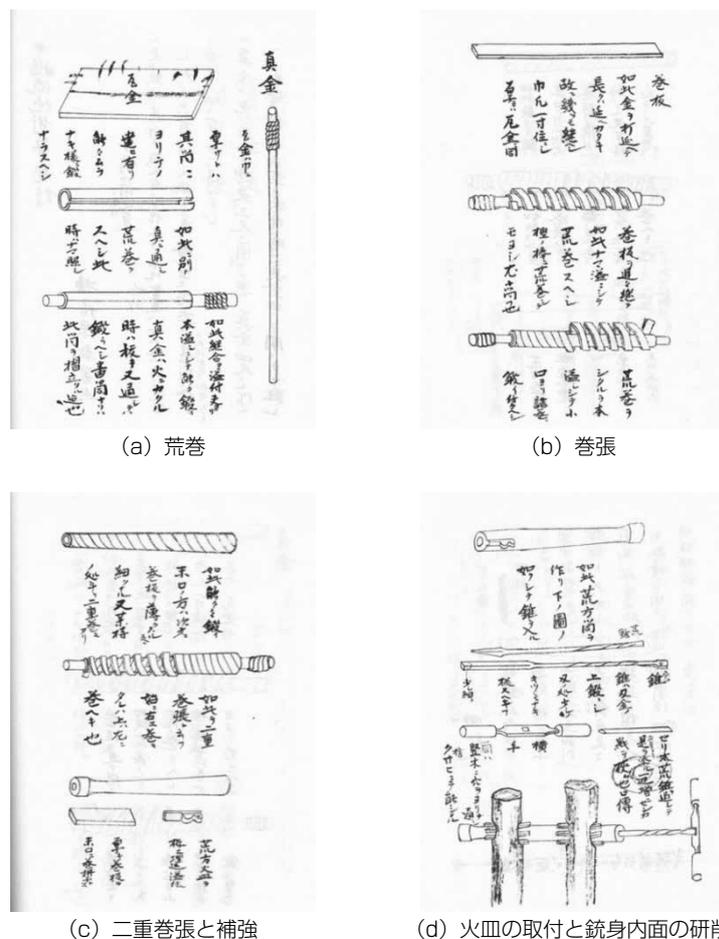


図3 中嶋流砲術管闕録に記された銃身の製作工程（国立歴史民俗博物館所蔵）⁽²⁰⁾

中嶋流砲術管闕録には、この後のページに、捻錐（ねじきり）による尾栓ねじ溝の形成、目当て（照準器）の合わせ方、台木（銃床）の製作手順、からくり（発射装置）の部品と組み立て方法、材料や作業上の注意点について記されている。

2.2 大小御鉄砲張立製作扣⁽¹²⁾

国友村（現在の滋賀県長浜市国友町）鉄砲鍛冶の国友一貫斎藤兵衛の著作であり、文政11年（1828）に刊行された。本書は、かつて老中であつた松平定信の依頼により、これまで秘伝であつた火縄銃製作技術を公開して普及させる目的で著されたものである⁽²¹⁾。一貫斎自身も製造拠点や職人によって異なる製作技術を標準化する必要性を書物の冒頭で述べている⁽¹⁸⁾⁽²²⁾。そのため、材料や部品の具体的な寸法や加工法など、製作上の注意点が詳細に記されている。基本的な製作工程は、上述した中嶋流砲術管闕録（図3）とほぼ同じであるが、本書では、細筒（二匁五分玉筒、本体の長さ約1m、重さ約3kg）の鍛造を例に取って荒巻、葛巻、銃身内部の研削と歪み取り、照準器の取り付け等を、当時の鍛冶職人が再現できるように記述している。ただし、尾栓ねじの製作方法に関する記述は本書には無い。また、実際の製作における経験的な作業のノウハウなど、文書化が不可能な部分もあり、現代において本書のみで当時の製造を完全に再現することは困難であると考えられる。

2.3 鉄砲作法秘伝書⁽⁵⁾

井上家文書には、図入りで火縄銃の製造過程を説明する『鉄砲作法秘伝書』（年未詳、文化9年（1812年）の注記あり）が含まれている（図4）。本書は、若林元敷（人物像は不明）の手になる鉄砲製造法の秘伝書を書写し、それに文化9年に大筒を制作した時の手順やメモを書き加えたものであり、筆者は井上関右衛門直次と考えられている⁽⁵⁾。

井上家の火縄銃製作における本書の位置づけについては明らかにされておらず、今後の研究の進展を待つ必要がある。ただし、本書に記述された銃身鍛造の基本工程は、上述した江戸中期の書物と一致しており、類似の絵図が多く含まれている（図5）。大砲の銃身の製作工程は、基本的には火縄銃と同じであるとされている⁽¹⁸⁾⁽²³⁾。ただ、口径が大きくなるにつれて、強度の確保や重さに対する取り扱いなど高度な技術を要するために、このような覚書が作成されたと考えられる。本書には、冒頭に「この書物に記載されている鉄砲は、全長が約70寸（2.1m）、口径約4寸5分（13.5cm）、先端部3寸5分（10.5cm）である。これらの寸法で鉄砲を作り、試しに立ててみることを勧める。」という旨の注意書きがある。また、大筒製作のための加工方法、作業スペース、ふいご、工具、治具、工程に必要な人数、材料などに関して詳細な付記がなされている。

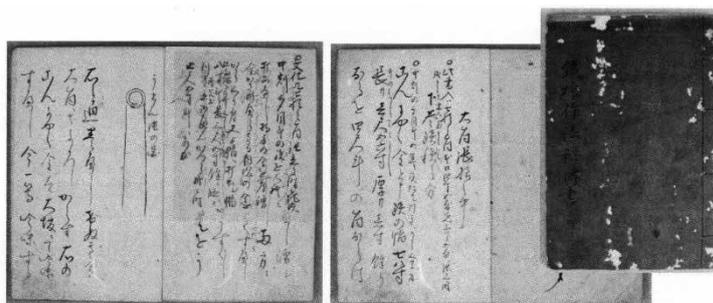


図4 鉄砲作法秘伝書（井上家文書）

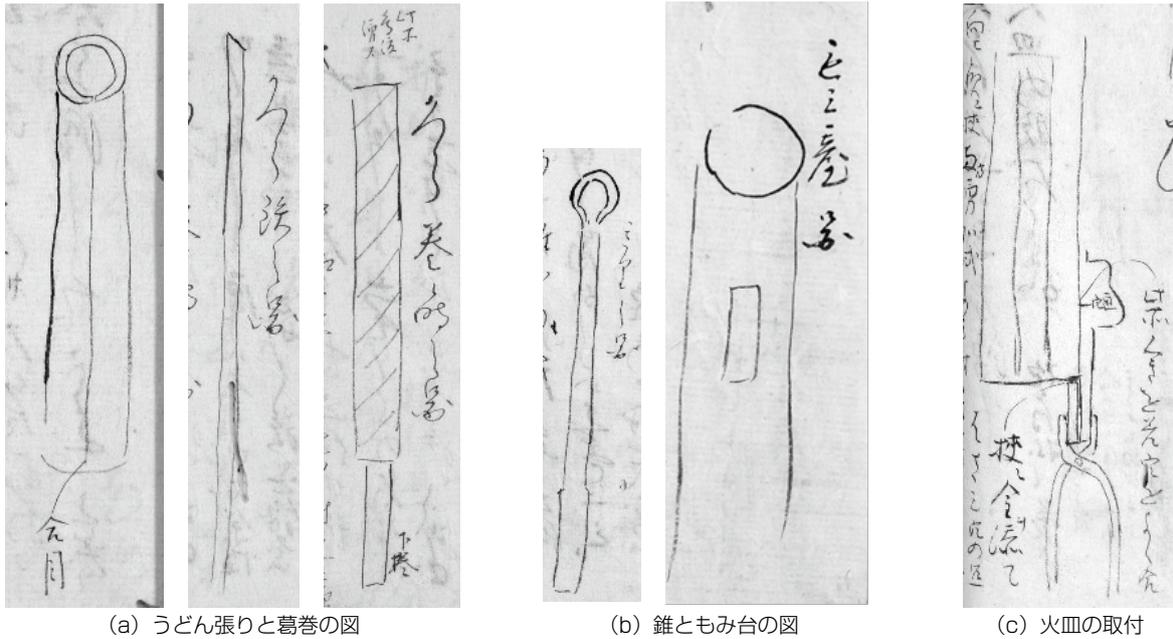


図5 鉄炮作法秘伝書中の銃身製作の挿絵

2.4 銃身鍛造の検証事例

銃身を鍛造する技術の再現と検証を目的として、堺鉄砲研究会の澤田平氏が監修した2種類の映像が制作され、鉄砲伝来や戦国時代の砲術を紹介するテレビ番組で放映された⁽²⁴⁾⁽²⁵⁾。これらの映像では、銃身鍛造における荒巻と葛巻および尾栓ねじの熱間鍛造が再現されている⁽²⁶⁾。本研究で制作したCG映像は、作業の動きを含む状況を可視化するものであり、上述の文献資料に加えてこれらのビデオ映像の一部も参考にしている。

ここで製作された荒巻と葛巻の鍛造品は、鉄砲鍛冶屋敷のほか、国友鉄砲ミュージアム⁽²⁷⁾と堺市博物館⁽²⁸⁾でも参考展示されている(図6)。

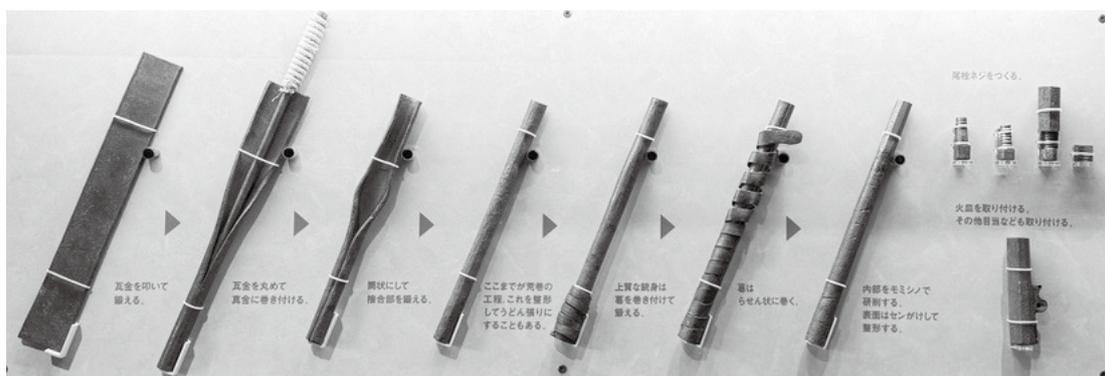


図6 銃身の鍛造工程を説明する展示(鉄砲鍛冶屋敷)

3. CGで再現する火縄銃の製作工程

火縄銃は、図1に示した通り、銃身、からくり(発射装置)、銃床(台木)の3パーツを主要な部

品として、これらを組み合わせた構造をしている。そのため、製作の基本工程は以下の4工程に分類される。

I. 銃身の鍛造と成形

II. からくり部品の製作と組み立て

III. 台木（銃床）の製作

IV. 全体の組み立てと調整

これらの作業は、一般には分業体制で行われており、井上家では、工程Iに加えてIVが行われていたと考えられている。また、工程IIとIIIに関しては、それぞれ近隣に住む金具師と台師が設計図に基づき制作して納品していたとされている。井上家住宅には、別棟の鍛冶場に加えて火縄銃の組み立てや調整を行う仕事場と完成品の火縄銃を顧客に提示して商談をするための「みせの間」が設けられていた⁽⁵⁾。なお、江戸時代の和泉国の名所を絵画と文章で紹介した地誌・旅行案内「和泉名所図会」⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾において、堺の鉄炮の製造や販売の様子が描かれているが、井上家において、鉄炮の店頭販売が行われていたかは明らかでない⁽³¹⁾(図7)。



図7 和泉名所図会に描かれた鉄炮鍛冶の店先（堺市博物館所蔵）

工程Iに関して、CGで表現すべき具体的な作業内容を以下のI_a～I_fの通りとし、工程IVとして完成品のパーツを組み合わせるシーンを加えて7シーンを制作した。

[CGで表現する製作工程]

- I_a: 鍛造による銃身の成形（荒巻）
- I_b: 葛巻（かずらまき）による銃身の強化
- I_c: 銃身内側の研削
- I_d: 尾栓ねじ（雌ねじ）の製作
- I_e: 銃身外側の加工
- I_f: 火皿や照準器の取り付け
- IV: 銃身・台木・からくりの組み立て

工程ⅡとⅢに関しては、上述の文献資料の中に製作方法に関する記述があり、工程ⅢとⅣの一部を実践した事例⁽³²⁾もあるが、ここでは取り上げていない。組み立て後に、火縄銃の実際の動作を示すために、からくりの仕組みや発射のための火薬と弾丸の充填、着火と弾丸発射のメカニズム、発射シーンも制作した。

4. CG映像の制作

CGシーンのモデリングとレンダリングには、Autodesk社の3次元CGソフト3ds Maxを、また映像の編集には、Adobe社の映像編集ソフトAfter EffectsとPremiereを用いた。CG制作は、CGクリエイターの郷原啓二氏（PIXTOPE）が担当した。

制作したCG映像の各シーンの詳細について以下に述べる。

4.1 火縄銃制作工程の各シーン

(1) 工程 I_a: 鍛造による銃身の成形（荒巻）

軟鉄の板材（瓦金）に真金を当て、それを中心に筒状に変形させて合わせ目を鍛接する（図3(a)に相当）。真金は、鍛造の時のみ入れ、銃身を熱する時には抜き取ることが文献に記されており、CGでもそのように表現した。人間や腕のCGモデルを使うと動きの設定と質感表現に膨大な時間と労力を要するため、ここではハンマーのみを表示した（図8）。鍛造音は、堺市内の古式鍛錬者である水野鍛錬所⁽³³⁾にて収録した薄板の鍛造音を用いた。



図8 銃身の鍛造工程（荒巻）

(2) 工程 I_b: 葛巻による銃身の強化

銃身の筒に短冊状の軟鉄の薄板（巻板）を巻き付けて鍛接し強度を増す巻張の工程で葛巻ともよばれる工程である（図3(b)に相当）。ここでは、細筒に対して行われた1回だけの巻張を表現した。参考資料⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽⁵⁾には、うどん張りの銃身に巻板を巻き付けた後のスケッチ画が描かれているが、実際の鍛冶作業において、熱した長い薄板を銃身に巻きながら鍛造する具体的な方法が不明である。ここでは、鍛冶師と槌打ちによる二人がかりの作業⁽³⁴⁾を想定し、熱した巻板をハンマーで叩きながら銃身に巻き付け、継ぎ足しながら鍛接していくシーンを制作した（図9）。2022年度に制作した試作映像⁽¹⁰⁾では、小口径の火縄銃に用いられたとされる、予め巻かれた巻板を熱して銃身にはめ込む映像を制作したが、今回対象としているサイズの銃身の鍛造では、巻板を直接銃身に巻き付けて鍛接していたと考えられている。

なお、文献⁽¹²⁾では、巻板の寸法長さ3尺（約90cm）、幅2寸1分（約6.3cm）の板をタガネで半

分に切り4片を溶接して、全長1丈2寸（約309cm）の巻板を作成している。それを銃身に巻き付ける時に、「両小口をわかし留めし、中央部より前後に向かって鍛錬する」と記述されている。ただ、この方法では、長い巻板の全てを熱してから鍛接することは困難であり、先に銃身に巻いてから鍛造したことになる。この方法の検証は実証映像⁽²⁶⁾で一部試みられているが、確証は得られておらず、実際の加工法の解明は今後の課題となる。



図9 葛巻による銃身の強化

(3) 工程 I_c: 銃身内側の研削

銃身を作業台（もみ台）で固定し、研削用の錐「もみしの」を用いて銃身内部を研削する（図3(d)、図5(b)）。実際の作業環境と作業の様子は文献⁽⁷⁾⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾および国友鉄砲ミュージアムにおける鍛冶場の復元展示⁽¹⁷⁾⁽²⁷⁾を参考にした。銃身の精度は銃の命中率に直接かかわるので、銃身のゆがみを修整しながら作業が行われた。最終的には、銃口の隙間を調節するために、もみしのと銃口の間には竹の薄板（せり木）と和紙を挟んで研削を行った⁽¹¹⁾。これにより、火縄銃の銃身内部は鏡面状に研磨された状態に仕上げられる。CGではすきまを調整しながら研削する点と鏡面状に仕上げられた銃身内部の表面の質感も再現した（図10）。

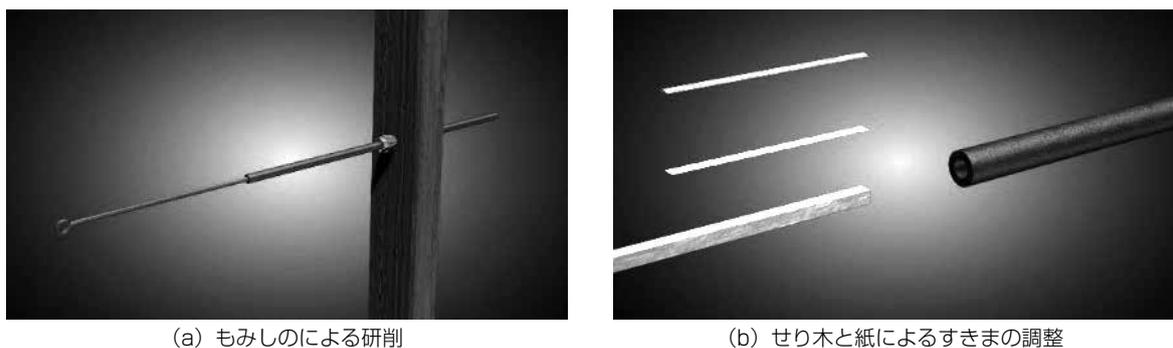


図10 もみしを用いた銃身内側の研削

(4) 工程 I_d: 尾栓ねじ（雌ねじ）の製作

銃身の最底端は取り外し可能なねじ（尾栓ねじ）となっているが、鉄砲が伝来した当時は、国内にはねじを切る技術が無く、ねじの制作に関しては様々な説がある。雄ねじは金属の円筒をやすりを使ってらせん状に削ってねじ山を形成するが、銃身の内側に切られた雌ねじの形成方法が問題となる。初期の頃は熱間鍛造で製作されたが、江戸時代にはねじ切り工具が開発され、切削加工で製

作されていたと考えられている。実際に、江戸時代に出版された文献⁽¹¹⁾には「尾栓ねじをねじ錐（きり）で作製する」ことが記されている。ただし、具体的な方法が分かる記述や挿絵が無く、「捻錐ノ仕上げ成りテ」の一文と捻頭（雄ねじ）の図が書かれているのみである。また同時期の文献⁽¹²⁾⁽⁵⁾には尾栓ねじに関する記述が無い。

近年では、金属工学の分野で、火縄銃を切断して組織の分析から加工法を調べる研究が行なわれており、年代と地域による加工法の違いが分かるようになってきた⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾。ただ、具体的な加工法を明記した文献は見つかっておらず、熱間鍛造と雄ねじの動きによる成型方法⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾のような説もある。ここでは、熱間鍛造法とねじ錐による切削法の両方をCGで表示することにして「初期には熱間鍛造、後にねじ錐が開発されて切削加工が行われた」旨をテロップで説明した（図11）。

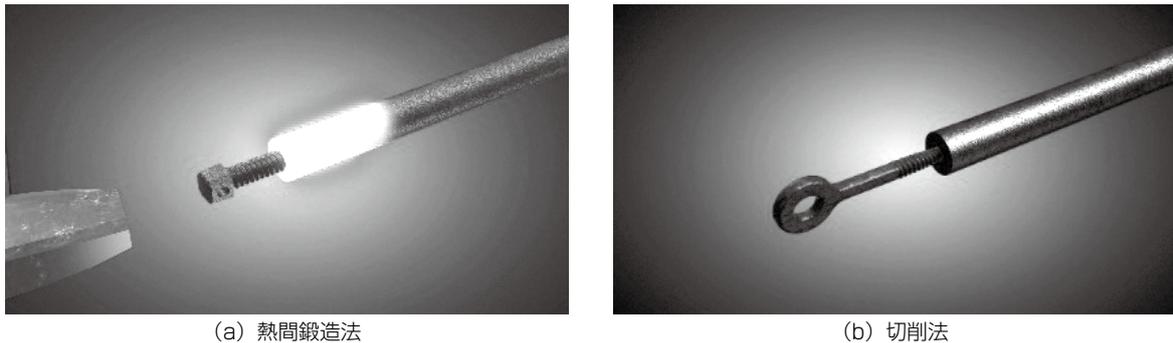


図11 尾栓ねじの作成

（5）工程 I_e: 銃身外側の加工

「せん」と呼ばれる切削工具を用いて銃身の外部を削り、やすりがけをして八角形に仕上げる。火縄銃の材料の軟鉄は柔らかいため、工具で切削することが可能である。実際には、鍛造過程で自ずと八角型に近い形状に仕上がると言われている⁽⁷⁾。ここでは、円筒の銃身をせんがけにより削るシーンを制作した（図12）。

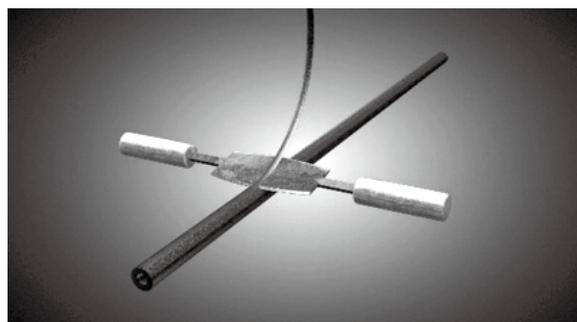


図12 せんがけによる銃身外側の加工

（6）工程 I_f: 火皿や照準器の取り付け

火皿や照準器は沸かし付け（溶着）もしくは銃身に逆テーパの「あり溝」を形成してはめ込んで取り付けられていた⁽⁷⁾。強度の観点からは後者の方が優位であり、現物の火縄銃もはめ込みとなっていたため、CGでもはめ込みのシーンを制作した（図13）。



(a) 火皿の取り付け



(a) 照準の取り付け

図13 火皿や照準器の取り付け

(7) 工程Ⅳ：組み立て

図1に示した通り、火縄銃は銃身、台木、からくりの3パーツからなり、これらははめ込みとピン留めによって固定されており、容易に分解可能である。実際に、火縄銃の使用後には、銃身を外し、尾栓ねじを外して内部に残った火薬の燃えかすを掃除していた。ここでは、これらの3パーツが空中で合体するアニメーションを制作し、最後に完成形を示した(図14)。

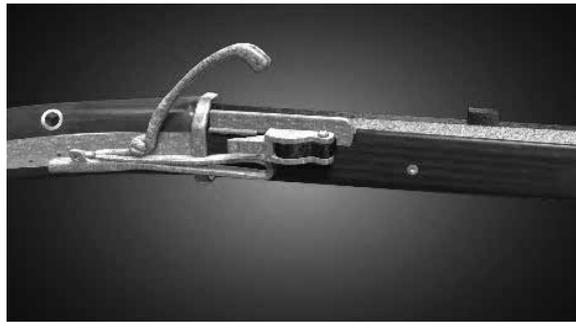


図14 銃身、台木、からくりの組み立て

4.2 火縄銃の操作と発射シーン

組み立て工程に続き、実際に火縄銃を撃つ時の操作と発射シーンもCG化して提示した。完成品の火縄銃とその扱いや発射の映像に関しては、Webサイトのビデオ映像や地域の歴史イベント等で見ることが出来る。ここでは、CG映像としてのみ表現可能な、からくりの内部のメカニズムや口薬への点火と玉薬への着火および銃弾の発射シーンを含んでいる。発射シーンには映画に用いられる火縄銃の発射音(松竹音楽出版株式会社提供)を用いた。制作したシーンは以下の通りである。

S1：玉込め

S2：口薬を入れる

S3：火縄に点火

S4：着火

S5：発射

代表的なシーン S4と S5を図15に示す



図15 発射のメカニズムと発射シーン

5. CG映像の編集と公開について

各シーンのビデオクリップを編集して映像を制作した。映像の全長は4分54秒であった。各工程を説明する字幕を提示した。フリーの音源を使ってBGMを追加した。鍛造作業の音や火縄銃の発射音などの音響効果によって、CG映像のリアリティが向上し、火縄銃制作の各工程の把握がより容易となった。

CG映像は、2024年度に、関西大学なにわ大阪研究センターのWebサイトを通じて公開される予定である。また、2024年3月3日開館の公開施設「鉄炮鍛冶屋敷」の鍛冶場における鍛冶技術の紹介映像の中でも一部が使用されている。

6. おわりに

火縄銃製作に関する歴史研究の可視化と歴史教育および地域振興を目的に、3次元CGを用いた映像を制作した。江戸時代に堺の鉄炮鍛冶 井上関右衛門が制作した火縄銃をモデルとし、文献資料に基づいて代表的な製作工程をCG映像で表すことができた。文献資料のみからは分からない点に関しては、有識者へのインタビューや堺市内の鍛冶への訪問調査により、可能な限り当時の製作方法に近づけて可視化を行った。

今後の方向として、様々な機会に映像を公開して情報発信を行いたいと考えている。また、複合現実感(MR)技術を用いた展示用コンテンツの開発や鍛冶場や七道浜試射場など当時の環境を再現したVRとメタバースコンテンツについても開発を進める予定である。

謝辞

本研究は、関西大学なにわ大阪研究センターの特別研究費および関西大学と堺市の連携事業費による支援を受け実施されました。資料調査とCG制作に際しては、井上家当主であり鉄炮鍛冶屋敷史談会の会長である井上俊二様、堺鉄砲研究会主宰の澤田平様、水野鍛錬所社長の水野淳様、国友鉄砲研究会会長の廣瀬一實様、長浜市長浜城博物館元学芸員の太田浩司様、早稲田大学名誉教授の中江秀雄様より、火縄銃製造に関する深い知見と貴重なご意見を賜りました。ここに、厚く御礼申し上げます。

本研究を遂行するにあたり、堺市文化観光局歴史遺産活用部文化財課、堺市博物館および鉄炮鍛

冶屋敷史談会副会長兼事務局長の土井健一様には多大なるご支援とご協力をいただきました。また、井上関右衛門家の史料をもとに堺市との共同研究を牽引してこられた藪田貫関西大学名誉教授、乾善彦なにわ大阪研究センター長、川畑一成理事長付参与および社会連携事務局・なにわ大阪研究センター事務担当の皆さんのご協力に感謝いたします。そして最後に、CG制作をご担当いただいたPIXTOPE代表の郷原啓二様、コンテンツ制作と一緒に取り組んだ林研究室大学院生の石田考毅さんと青木唯さんに深甚なる感謝を申し上げます。

参考文献

- (1) 宇田川武久：鉄砲伝来 ― 兵器が語る近世の誕生 ―，講談社，2013-5.
- (2) 霜禮次郎：和銃の歴史 ― 鉄砲伝来からオリンピックまで ―，文芸社，2019-12.
- (3) 澤田平：井上関右衛門鍛冶屋敷，堺鉄砲研究，No.11，pp.86-94，1983-4.
- (4) 藪田貫：堺の刃物鍛冶と鉄砲鍛冶，関西大学なにわ大阪研究，vol.5，pp.45-58，2023-3.
- (5) 堺市・関西大学，堺鉄砲鍛冶屋敷井上関右衛門家資料調査報告書 ― 蔵のとびらを開いてみれば ―，2020-3.
- (6) 鉄砲鍛冶屋敷（堺市立町家歴史館 井上関右衛門家住宅），堺観光コンベンション協会公式サイト，<https://www.sakai-tcb.or.jp/spot/detail/27>（参照 2024.02.19）.
- (7) 澤田平：日本の古銃 総集編，堺鉄砲研究会，1995-5.
- (8) 坂口和弥，林武文：火縄銃の3次元デジタルアーカイブの構築とコンテンツ開発に関する検討，関西大学なにわ大阪研究，Vol.4，pp.39-50，2022-3.
- (9) 関西大学ホームページ：プレスリリース「(共同発表) 堺市と関西大学との地域連携事業『堺鉄砲鍛冶屋敷講演会』を開催」を配信〈https://www.kansai-u.ac.jp/ja/about/pr/news/2023/09/post_74292.html〉（参照 2024.1.31）.
- (10) 林武文：3次元CGによる火縄銃製造工程の可視化に関する基礎検討，関西大学なにわ大阪研究，vol.5，pp.59-66，2023-3.
- (11) 棟居保春：中島流砲術管闕録，1843-5（青木国夫他編，所荘吉解説，中島流砲術管闕録（江戸科学古典叢書 43），恒和出版，1982-9）.
- (12) 一貫斎国友藤兵衛：大小御鉄砲張立製作扣，1818-12（青木国夫他編，所荘吉解説，大小御鉄砲張立製作（江戸科学古典叢書 42），恒和出版，1982-9.
- (13) 長浜市長浜城歴史博物館編：「国友一貫斎関係資料」重要文化財指定記念，国友一貫斎 ― 発明とその夢 ―（企画展図録），市立長浜市長浜城博物館，2023-2.
- (14) 所荘吉：火縄銃，雄山閣，1964-12.
- (15) 所荘吉：図解 古銃事典，雄山閣，1971-2.
- (16) 宇田川武久編：日本銃砲の歴史と技術，雄山閣，pp.254-268，2013-9.
- (17) 長浜市立長浜城博物館：特別展「国友鉄砲鍛冶 ― その世界 ―」改訂版（図録），市立長浜城博物館，1991-3.
- (18) 有馬成市：一貫斎国友藤兵衛伝，武蔵野書院，1932-3.
- (19) 長浜市長浜城歴史博物館：江戸時代の科学技術 ― 国友一貫斎から広がる世界 ―，サンライズ出版（2003-10）.
- (20) 国立歴史民俗博物館：公式ホームページ〈<https://www.rekihaku.ac.jp>〉（参照 2024.02.19）.
- (21) 太田浩司：国友一貫斎の生涯，江戸時代の科学技術 ― 国友一貫斎から広がる世界 ―，長浜市長浜城歴史博物館，pp.20-31（2003-10）.

- (22) 太田浩司：「機械」としての国友鉄砲，江戸時代の科学技術 —— 国友一貫斎から広がる世界 ——，長浜市長浜城歴史博物館，pp.32-36（2003-10）。
- (23) 中江秀雄：日本の大砲とその歴史，雄山閣，2022-7。
- (24) 澤田平監修・出演：火縄銃が語る！戦国ハイテク革命（映像作品）（TBS 番組「地球浪漫（1986.4-1988.3.25）」にて放映）堺鉄砲研究会所蔵 DVD。
- (25) 澤田平監修：澤田式実験考古学（映像作品）（「NHK 歴史みつけた鉄砲伝来」1990.6.26放映），堺鉄砲研究会所蔵DVD（1990）。
- (26) 澤田平：「堺の鉄砲鍛冶」，フォーラム堺学 第9集，堺都市政策研究所，pp.5-35, 2003-3。
- (27) 国友鉄砲ミュージアム：公式ホームページ〈<https://kunitomo-teppo.jp/>〉（参照 2024.02.19）。
- (28) 堺市博物館：「堺と鉄砲」展示コーナー，公式ホームページ〈<https://www.city.sakai.lg.jp/kanko/hakubutsukan/>〉（参照 2024.02.19）。
- (29) 秋里籬島著，竹原信繁画：和泉名所図会「打物所」挿絵（堺市博物館所蔵）（1796）
- (30) 堺市博物館：堺鉄砲 —— その源流と背景を探る ——，開館10周年記念特別展図録，（1990-4）。
- (31) 藪田貫：「鉄砲史」のなかの堺鉄砲鍛冶井上関右衛門家について【特集 近世堺と鉄砲鍛冶】，大阪歴史学会『ヒストリア』，vol.288, pp.10-31, 2021-10。
- (32) 廣瀬一實：火縄銃研究 銃床製作の控，国友鉄砲研究会，1991-6。
- (33) 水野鍛錬所：公式ホームページ〈<http://www.mizunotanrenjo.jp/>〉（参照 2024.02.19）。
- (34) 湯次行孝：国友鉄砲の歴史（別冊淡海文庫5），サンライズ出版，1996-7。
- (35) 岡崎清：国友鉄砲鍛冶小屋の現状，銃砲史研究，365, pp.59-68, 2010-4。
- (36) 中江秀雄，久保田俊輔，峯田元治，工学的金属組織観察が語る火縄銃の製法と材質，宇田川武久編：日本銃砲の歴史と技術，雄山閣，pp.254-268, 2013-9。
- (37) 中江秀雄，峯田元治：火縄銃の造り方 金属組織による解析，素形材，No.59, p.44, 2018-3。

