

# 笊内古墳群 37 号横穴出土鉄地金銅張杏葉の X 線 C T 構造調査

福田 秀生

## 要 旨

福島県文化財センター白河館では、収蔵資料に関する構造調査、適切な保管方法や保存処理方法の選択等を目的として、X線CT撮影や蛍光X線分析等による理化学的調査を実施している。

本稿は、2023年度に実施した笊内古墳群37号横穴から出土した金銅装杏葉のX線CTを用いた非破壊構造調査において確認できた杏葉の補修痕跡を報告する。

また、非破壊構造調査の成果を当館の常設展示等において公開・活用した事例も併せて報告する。

## キーワード

X線CT 非破壊構造調査 箢内古墳群37号横穴 金銅装馬具 杏葉 馬具補修痕跡

## 1 X線CT非破壊構造調査の経緯

福島県文化財センター白河館では、収蔵資料に関する構造調査、適切な保管や保存処理方法の選択等を目的として、令和元（2019）年度から継続的にX線CT撮影や蛍光X線分析等による理化学的調査を実施している。

笊内古墳群出土遺物のX線CTを用いた非破壊構造調査については、以下のとおり実施した。なお、遺物の挿図番号等は、『国営総合農地開発事業 母畑地区遺跡発掘調査報告39』の表記で記載した。

令和元（2019）・2（2020）年度は、辻金具（37横8～10）3点、飾帶金具1点、金銅製耳環（35横4）1点を対象に、X線CT撮影と蛍光X線分析を行った。その詳細は、『福島県文化財センター白河館 紀要第19号』に掲載している。

令和4（2022）年度は、鉄地金銅張杏葉（37横4）を調査した。37号横穴出土の杏葉3点のうち、調査の際の移動で破損の恐れが少ないと判断されたものを選定した。また、37横3は立聞部が破損しているものの、外観の目視では鏽化で厚く肥大している。透板と地板にそれぞれ立聞を作り出す他の2点と異なる特徴が看取され、私見ながら以前から別造りの立聞で、後述する「立聞の補修修理」に関わる造作と考えていた。今回のX線CT調査では、立聞構造の把握も目的の一つとしている。

その調査により、立聞を作り出した細長い鉄板を透板と地板の間に差し込んで補修していることが確認できた。なお、この調査に係る詳細は、『福島県文化財センター白河館 紀要第20号』に掲載した。

令和5（2023）年度は、銅地金銅張耳環2点（36横1・40横1）を調査対象とした。前年度に調査した弘法山古墳群出土耳環との構造的な比較を目的とした。詳細は本書別稿のとおりである。

## 2 復元研究プロジェクトチームの調査

笊内古墳群から出土した金銅装馬具をはじめとする金属製品に係る調査研究として、平成13（2001）年の福島県文化財センター白河館の開館に先立ち、平成11（1999）年から復元研究プロジェクトチームを立ち上げ、「福島県出土古墳時代金工遺物の研究」を実施してきた。その研究成果については、『福島県文化財センター白河館 研究紀要2001』を参照されたい。なかでも、百崎祐輔氏による「笊内37号横穴墓出土馬具から復元される馬装について」では、東アジアの視点にたった古墳時代馬具の総合的な論考が示されている。その他に、成分分析等の自然科学分析、レントゲン写真撮影による構造調査が行われ、金工技術者により復元過程も掲載されている。

さて、この復元研究プロジェクトチームの成果報告において、依田香桃美氏の『笊内37号横穴墓出土の鉄地金銅張りの復元工程』において、「一方、エックス線フィルム観察からは、杏葉1枚の透かし板の立聞部分が補修修理されていることが分かった。」との記述がある。3点あるうちのどの杏葉であるのかも不明で、そのX線フィルム画像の掲載がなく、補修修理の詳細な記述もなかった。

筆者は前述したとおり、杏葉の立聞部分の構造に違和感を覚えていたため、依田氏の記述にあるX線写真を確認したく、その所在を福島県文化財セン

ター白河館に問い合わせていたが、当時の復元研究に携わった関係者が在職していないこともあり、所在不明との回答を得ていた。

白河館勤務になった令和2(2021)年からも、当該X線フィルムの所在確認を進めており、幸いにも令和5(2023)年になって、同僚職員が一般収蔵庫に納められた資料の点検・整理中に当該フィルム(第1図)を発見し、所在を確認することができた。

X線フィルムの観察では、立闇部分を作り出した細長い鉄板が差し込まれていることが確認できる。

結果的には、今回のX線CTを用いた調査でも補修痕跡を確認でき、笊内古墳群出土杏葉の理解を深めることの一助となった。古墳時代馬具の補修痕跡の類例は少ないと思案され、馬具研究の立場からすれば、復元研究プロジェクトチームにおいて杏葉の補修痕跡を「重要視」すべきであり、X線フィルム画像を公開しなかった点が惜しまれる。

### 3 杏葉の調査成果

#### (1) 概要

杏葉は笊内古墳群37号横穴から出土した。いわ

ゆる鉄地金銅張棘葉形杏葉に分類され、同形の杏葉が3点出土している。また轡の鏡板についても同形の棘葉形をなすことから、両者は同形の意匠をもとに作られたと指摘されている。

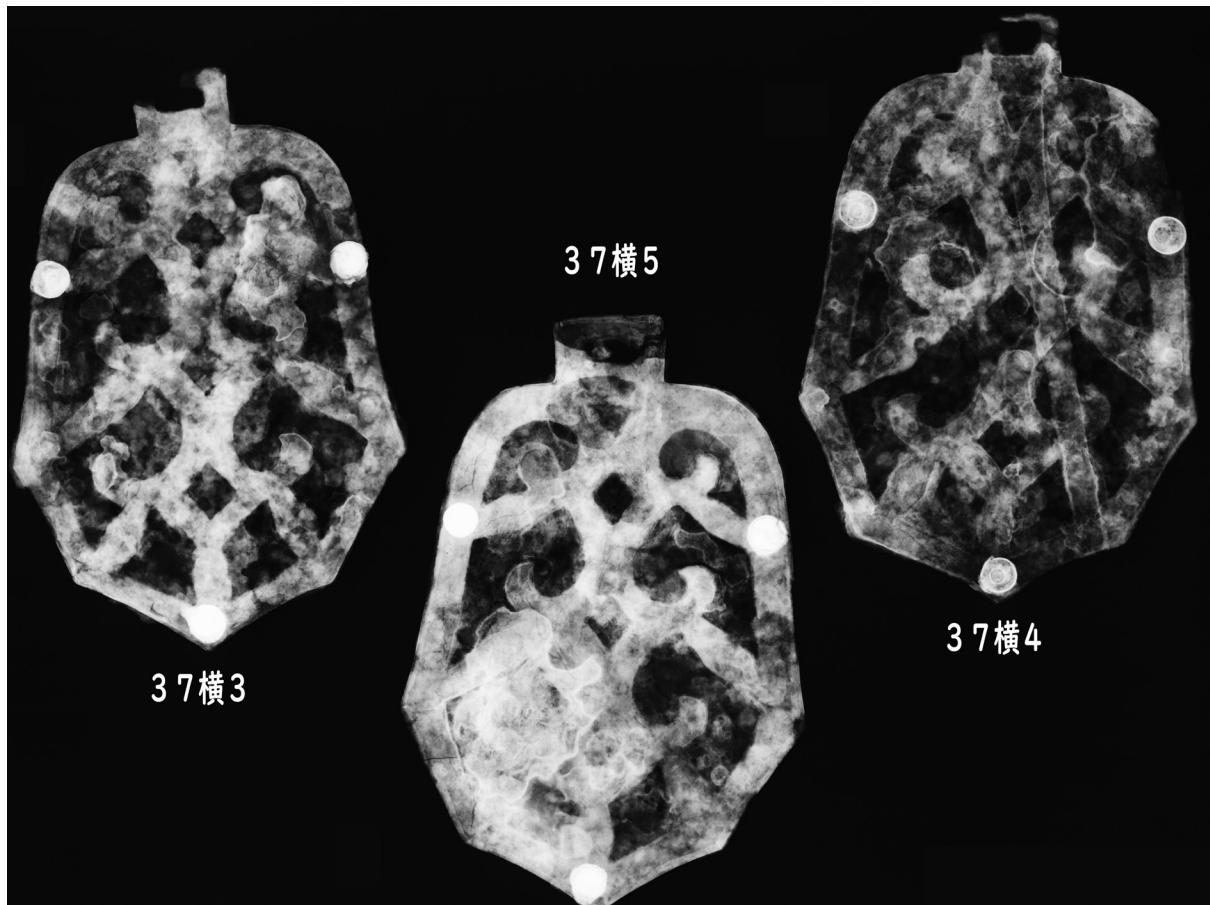
杏葉の基本的な構造は、鉄製の地板（裏板）と金銅板を被せた鉄製透板を重ね、頭部に金銅板を被せた鉢を用いて、側縁部の3カ所で固定されている。

杏葉の頂部には、地板と透板の双方に長方形をなす立闇が設けられ、雲珠の脚部に取り付けたかぎ状金具で連結されたものと推定されている。

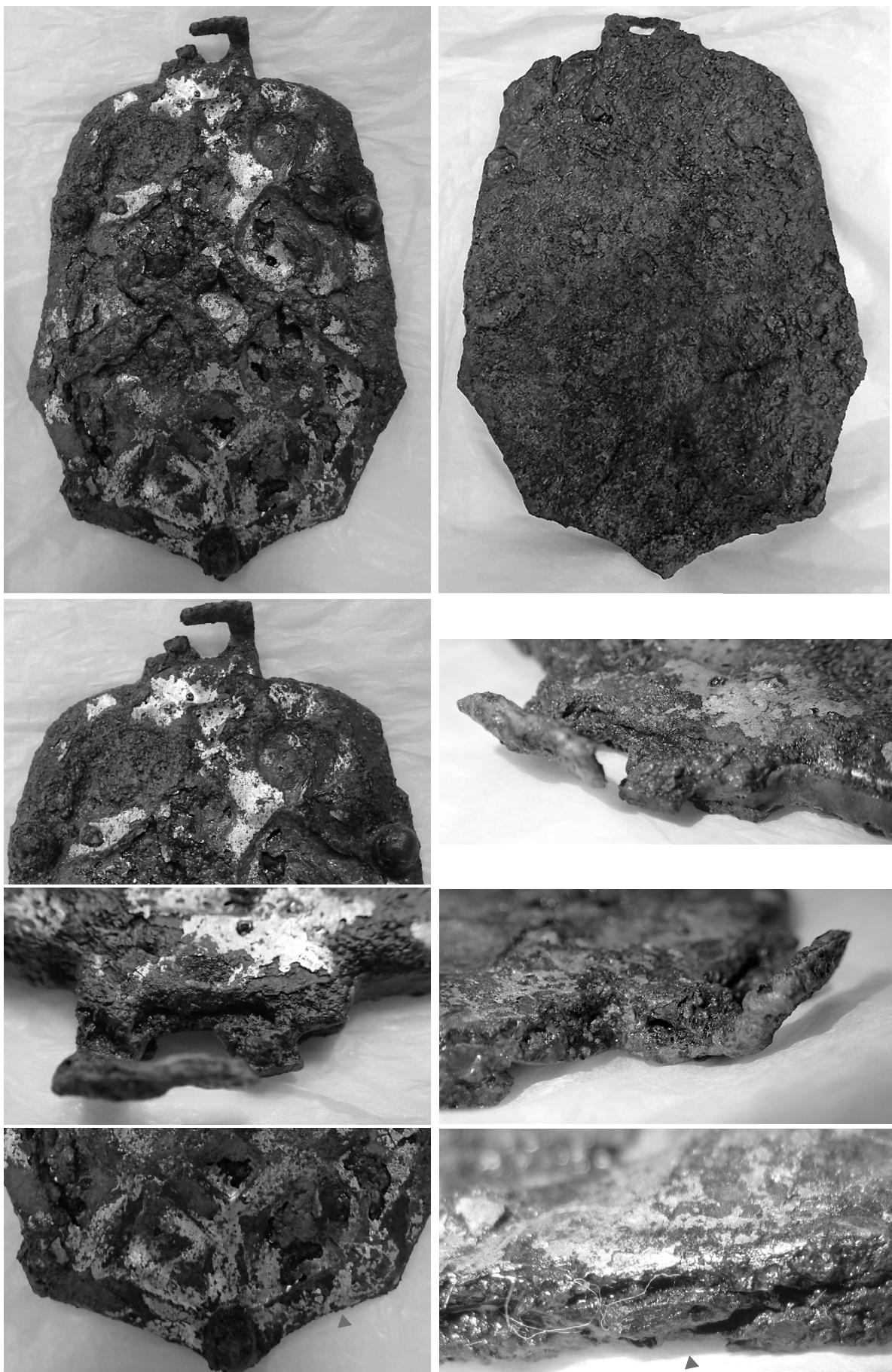
#### (2) 外観観察

杏葉の外観観察では、鉄製地板と透板の鋳化による鋳ぶくれが顕著で、特に透板の肩部の変形が著しい。杏葉頂部から丸みを帯びた肩から、先尖げとなる下端部に向かってわずかに外反しながら左右2カ所の棘状の稜を作り出している。

透文様は立闇下端に下向きの三角形の透かしを配し、その下から中軸線上に菱形の透かしを3カ所開けている。さらに中軸線から左右対称になるように透かしを左右4カ所設け、蕨状に先端が内向きに丸まつた忍冬文様を表出している。



第1図 鉄地金銅張杏葉レントゲン写真

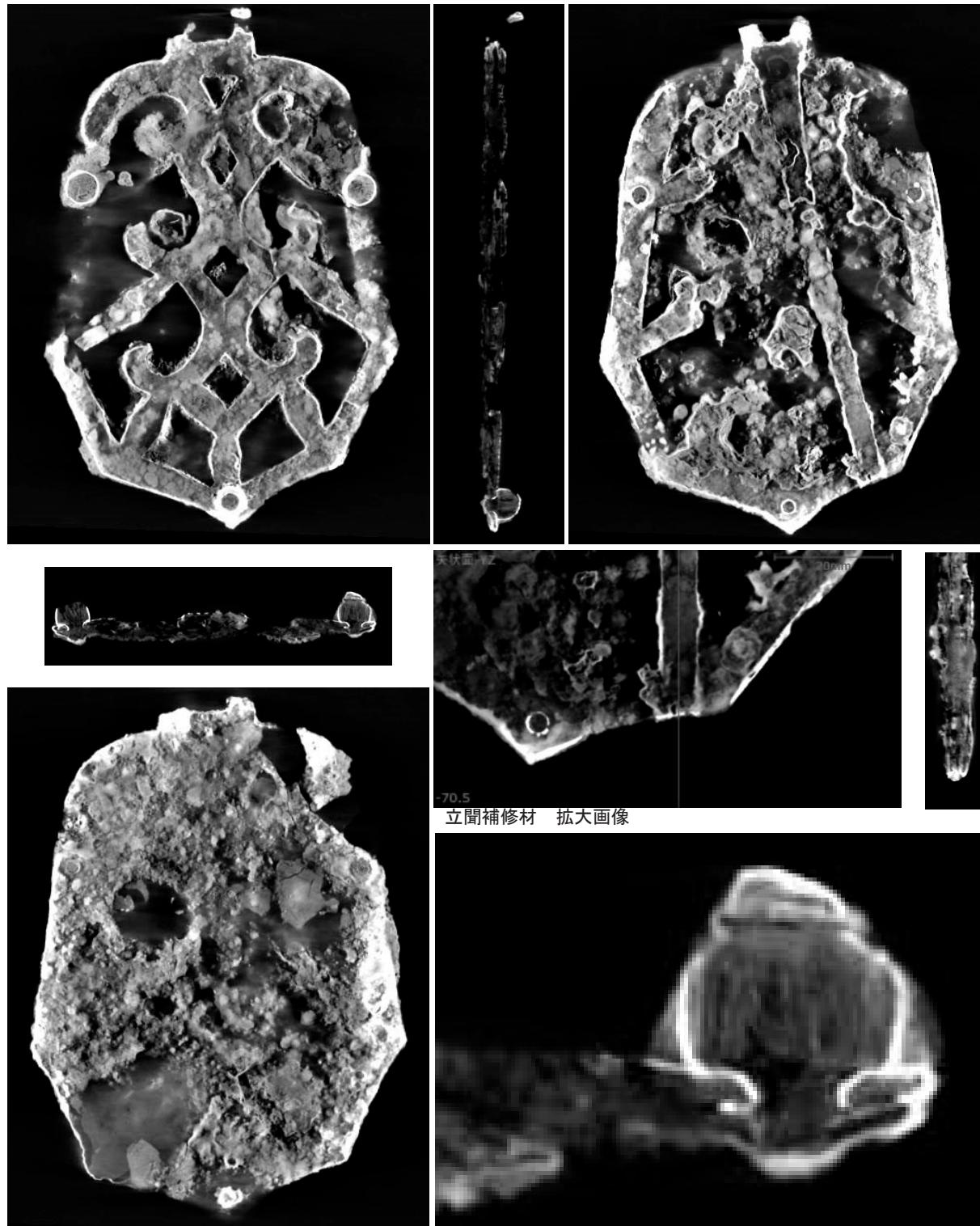


第2図 杏葉（37横4）外観写真

現状で確認できる立闇は、透板の立闇部分が欠損するだけでなく、金銅板も確認できないことから、地板の立闇が遺存しているように見える。

X線CT調査の結果から、地板と透板の間に差し込まれた別造りの薄く細長い鉄板であることが分かっているが、立闇が透板側に折れ曲がり、左上端部が破断している。内孔の形状は、角ばった上端部

から下端に向かって幅を狭め頂部が丸い三角形を基調としている。外観観察からは、この立闇を補修する鉄板の形状は不明瞭であるが、金銅板が欠落した透板の隙間からわずかに確認でき、杏葉を右斜めに貫くように差し込まれ、透板がわずかに盛り上がっている。さらに杏葉右下にあたる地板と透板が重なる側縁部では、鉄板の下端部が露出していることが



第3図 杏葉（37横4）X線CT画像

観察できる。

製作時における本来的な立聞の形状については、地板・透板とともに立聞の内孔下端部の痕跡をわずかに残す程度で形状は不明であるが、他に出土している2点の杏葉(37横3・37横5)を参考にすれば、長方形をなすのであろう。内孔は長さ1.5cm、幅0.5cmほどの長方形であったと推察される。

透板と鉢頭に被せられた金銅板については、透部分の欠損が顕著である。透板の側縁部においても金銅板が遺存する部分がわずかである。鉢頭の金銅板も遺存状態が悪く、右肩部に設けられた鉢頭側縁の一部にわずかに確認できる程度である。

地板は透板と同形である。鋲ぶくれが顕著であり、側縁部に鉢足をリベット状に鉚めた痕跡が確認できる。また、表面に纖維や皮等を用いた裏貼りの痕跡は確認できなかった。

### (3) X線CTによる調査

次にX線CTによる調査について、復元研究プロジェクトチームによる構造調査もしくは保存処理の際に撮影したと思われるレントゲン写真と併せて、杏葉の部位ごとに観察結果をまとめる。

#### ア 地板

X線CT画像観察では、地板は全体的に鋲ぶくれが顕著で、空隙が多く確認できる。さらに、地板の右肩部分、立聞と接する部分から右鉢付近までは大きく欠損するだけでなく、立聞部から左肩にかけての部位も欠損している。

地板の大きさは長さが13.4cm、最大幅が9.7cmを測り、厚さは1.5mmである。鉢孔も3カ所で確認できる。その直径は4mmを測る。

地板の側縁は直角に切り落とされている。地板の切り出し後に、ヤスリ等を用いた仕上げ加工による造作で、タガネ等工具を用いた地板の切り出しの痕跡は確認できない。

#### イ 透板

透板は、地板と同形になるように切り出し、その内部を中軸線に対し左右対称の忍冬文になるよう透かし孔を設けている。大きさは長さが13.2cm、最大幅が9.6cmで、厚さは1mmを測る。

レントゲン写真やX線CT画像の観察の結果、透かし部分を詳細に観察すると、円弧に切り抜く部分において短い直線を連続させた形状となる部分が看

取され、タガネ状工具を用いて切りあけられていると推察できる。一方、透かし孔の側縁については、断面形もほぼ直角をなす。ヤスリ等を用いたバリ取りや仕上げ過程における造作であろう。

X線CT画像では、金銅板の厚さは0.1cmを測る。杏葉の断面観察では、金銅板は透板にのみ被せており、端部に切り込みを数カ所入れ、側辺の形状に沿うように裏側に折り返して始末している。折り返し幅は1~2mm程度である。

透孔部分の金銅張りは、ヘラ状工具を用いて地板に接するように押し付けて被せている。透かし孔の縁辺に金銅板は接することなく斜めになる。また、鉢孔の内壁にも金銅板が確認でき、鉢孔をあけた透板に金銅板を被せ、鉢孔にかかる金銅板を鉢孔内部に折り込み始末していることが分かる。

#### ウ 鉢

鉢は杏葉の側縁部、左右の肩部と最下端の3カ所で確認できる。地板と透板に設けられた鉢孔を貫き、地板側で鉢足をつぶし鉚めている。

鉢の形状は、半球形の鉢頭、断面が円形をなす鉢足からなる。鉢頭部の直径は9mm、高さは右肩の鉢で7mmを測る。鉢足の長さは4mm、直径は3mmである。

X線CTの結果、鉢頭下部と透板が接する部分にも金銅板が遺存することが確認でき、鉢頭部全体を覆うように金銅板が被せられている。

#### エ 立聞

立聞は破損のため、透板と地板ともに上半部が欠損する。わずかに遺存する下半部の形状から、本来的な形状は37横2・37横4と同様に、長方形をなすものと推定される。

立聞の破損に際しては、透板と地板ともに破断部の形状をそのまま残し、面取り等の修理・再加工の痕跡は確認できない。

立聞の補修材として、立聞を作り出した薄く細長い鉄板を透板と地板の間に、杏葉の中軸線に対して右下に向かって斜めに差し込まれ、鉢等で固定されていない。また、表面に金銅板に被覆は確認できない。

補修材の形状は、レントゲン写真でも確認できるとおり栓抜き形をなす。長さが12.8cm、上端部の幅が1.8cm、下端部の幅が8mmを測る。厚さは1.5mm

である。内孔の形状は三角形を基調とし、その大きさは縦幅が6mm、横幅が9mmである。

この補修材の下端部は、形状が整った方形をなし、タガネ等工具を用いた切断痕は確認できない。この補修材は杏葉右下の側縁部からはみ出さないように差し込まれているものと推察される。

杏葉は尻繋に取り付けた雲珠とかぎ状金具を介して連結されている。馬具の使用時には、杏葉の地板が馬尻に接するが、馬の歩行に併せて杏葉が跳ね上がることは想像に難くない。雲珠と連結する立聞部分に負荷がかかることで破損の要因となり、そのため通常は37横3・5のように、地板・透板の双方に立聞を設け強固な造りとしたと推察される。

37横4は立聞の破損に併せ、薄く細長い鉄板を地板と透板の隙間に差し込んだだけの造作で、他の杏葉と比較しても鉄板1枚の強度しかなく、鉛で固定されず抜け落ちやすい構造の補修と考えられる。

実際37横4を観察すると、立聞部分が透板側に向かって折れ曲がっている点も強度が弱いこと示す証左となろう。また、鉛を取り外しての補修痕跡も確認できない点、透板と地板ともに立聞破断面の整形も行われていないことから、応急的な補修と推測される。

#### 4 調査結果の公開・活用

杏葉のX線CT撮影による非破壊構造調査成果については、当館常設展示室における復元馬具の展示や体験学習素材としてペーパークラフト「杏葉しおり」として公開・活用した。

杏葉のX線CT画像を動画に編集し、当館ホームページ上のYouTubeチャンネルにおいて公開した。さらに常設展示室においては、QRコードを掲示し、動画を視聴できるようにした。

その他に、福島県ハイテクプラザ主催のイベント「あつまれっハイテクプラザ2024」に出展し、笊内古墳群出土杏葉をはじめとする当館収蔵資料のX線CTを用いた非破壊構造調査の成果を公開するとともに、イベント来場者にペーパークラフト「杏葉しおり」を無償配布した。

#### 5 おわりに

本稿で取り上げた笊内古墳群37号横穴出土の金

銅装馬具については、復元研究プロジェクトチームによる成果としての『研究紀要2001』を刊行したが、この時の詳細な記録(レントゲン写真・金属成分分析等)は公開されていなかった。

今回、X線CTによる非破壊構造調査に併せ、復元研究プロジェクトチームによる馬具類のレントゲン写真を確認できたことで、杏葉の補修痕跡を公開できた点は評価できよう。また、杏葉の補修痕跡については、立聞が破損した際に、立聞を作りだした細長い鉄板を透かし板と地板の間に差し込んでいる。このような補修方法は、やや乱暴な造作との印象があり、応急的な補修であろうか。現状では、このような補修に関する類例を把握できていないため、今後は馬具類をはじめとする金属製品の補修例を参考に検討を進めたい。

福島県文化財センター白河館では、これまでに土器・土偶などの土製品、木質遺物、金属質遺物のほかガラスや琥珀、アスファルトなど様々な材質の資料を対象にX線CTを用いた非破壊構造調査を実施した。笊内古墳群出土馬具についても、詳細なX線断層像による内部構造を把握できただけでなく、表面観察だけでは視認できない内部の劣化状況も確認することができた。

次年度以降も馬具以外の銅椀や金銅製耳環などのX線CTや蛍光X線分析装置を用いた非破壊構造調査を継続し、展示・紀要等で調査成果を公開・活用する予定である。

X線CT撮影に御協力いただきました、福島県ハイテクプラザの矢内誠人氏(令和2~4年度)、坂内駿平氏(令和5年度)に末筆ながら感謝申し上げます。

#### 【引用参考文献】

- 福島県教育委員会 1979 「笊内古墳群」『国営総合農地開発事業 母畠地区遺跡発掘調査報告III』  
福島県教育委員会 1996 「笊内古墳群」『国営総合農地開発事業 母畠地区遺跡発掘調査報告39』  
復元研究プロジェクトチーム 2002 「福島県内出土古墳時代金工遺物の研究 -笊内古墳群出土馬具・武具・装身具等、真野古墳群A地区20号墳出土金銅製双魚佩の研究復元製作」『福島県文化財センター白河館研究紀要2001』