

# 収蔵資料の非破壊構造調査

勝川 若奈・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把握、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。

2022年度は昨年度に引き続き、X線CTを用いた非破壊構造調査を実施した。調査の結果、土偶の製作痕跡や金属製品の劣化状態を把握できるデータが得られた。また、非破壊構造調査の成果については、展示や実技講座において公開・活用するとともに、県内の文化財担当職員を対象として、地域文化財の保存・活用にむけた理化学的構造調査の有効性について研修を実施した。

## キーワード

X線CT撮影 蛍光X線分析 非破壊分析 構造調査 土偶 耳環 金銅装杏葉

## 1 はじめに

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把握、適切な保管や保存処理方法の選択等を目的として、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。

2019年度及び2020年度は、筑内古墳群出土馬具2点(辻金具・飾帯金具)について、X線CT撮影と蛍光X線分析を行った。

2021年度は、荒小路遺跡出土土偶をはじめとした縄文時代の土偶や、角間遺跡出土アスファルト塊のほか、金属質遺物、土器、木器など計9点について、X線CT撮影を行った。これらの調査結果については、『福島県文化財センター白河館研究紀要第20号』に掲載した。

2022年度は、表1に示すとおり、計10点を対象

表1 調査資料一覧

番号	遺物名	遺跡名	年代	報告書	掲載図番号	法量 (cm)
1	土偶	新田遺跡	縄文時代前期	常磐道70	87 図 1	幅 6.6 高 8.4 厚 2.5
2	土偶	高木・北ノ脇遺跡	縄文時代中期	阿武隈川右岸3	558 図 2	幅 7.0 高 14.7 厚 6.5
3	土偶	七郎内C遺跡	縄文時代中期	母畑地区X	109 図 1包 561	幅 11.5 高 14.0 厚 7.0
4	土偶	一斗内遺跡	縄文時代後期	母畑地区16	177 図 5	長 8.5 幅 5.5 厚 4.0
5	鉄地金銅張杏葉	筑内古墳群	古墳時代後期	母畑地区39	82 図 37横 4	長 19.2 幅 9.8 厚 1.2
6	耳環	駒板新田横穴群	古墳時代後期	東北横断道6	12 図 2横 15	長 3.0 幅 3.0 厚 0.6
7	耳環	弘法山古墳群	古墳時代後期	あぶくま南8	68 図 19	幅 3.0 長 3.0 厚 0.8
8	耳環	弘法山古墳群	古墳時代後期	あぶくま南8	68 図 20	幅 3.2 長 3.0 厚 0.8
9	琥珀製棗玉	弘法山古墳群	古墳時代後期	あぶくま南8	70 図 38	幅 2.1 長 4.6 厚 1.9
10	ガラス玉	弘法山古墳群	古墳時代後期	あぶくま南8	16 図 108	長 1.0 幅 1.0 厚 0.5

にX線CT撮影を行った。

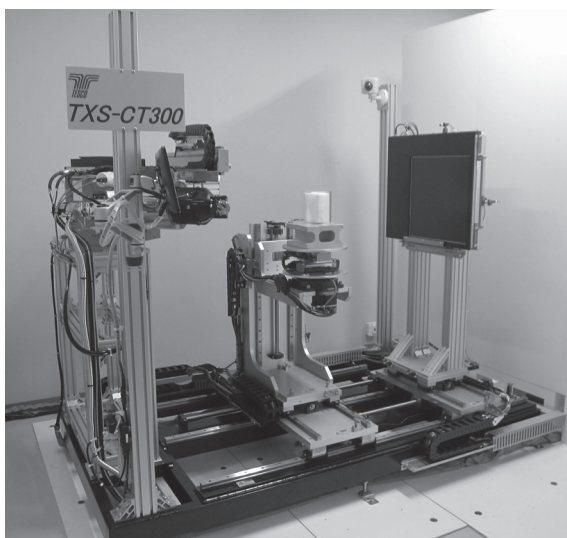
土偶については、腹部が肥大し妊婦を表現したと推定されるものと表面観察から土偶の内部に空隙が認められるものを選定し、内部構造や製作技法の把握を目的とした。

金属製品は、金銅張杏葉と銀板張耳環を対象とした。構造の把握だけでなく、保存処理から20年以上経過したものもあり、表面観察だけでは判断できない劣化の進行状態の確認も目的の一つとした。

微細資料である玉類については、琥珀製棗玉では紐孔の穿孔方法、ガラス玉はガラス内部に残る気泡の状態確認による、ガラス玉の製作方法の把握を目的とした。

## 2 調査の方法

X線CTによる撮影は、福島県ハイテクプラザ設置の高出力CT装置(テスコ株式会社製TXS-CT300)



第1図 福島県ハイテクプラザのX線CT装置により行った。測定は、主に管電圧230kV、管電流130 $\mu$ Aとし、資料により適宜変更した。CT像の再構築、表示、観察はTomoshop viewer（株式会社緑野リサーチ製）において行った。

### 3 調査結果

#### (1) 土 偶 【資料番号1～4】

土偶については、内部構造、特に製作時における頭部など各部位の接合痕跡の観察を目的とした。

資料番号1は、新地町新田遺跡(福島県文化振興財団編2014)から出土した縄文時代前期に属する板状土偶の頭部破片である。頭頂部が山形をなし、頭部中央部を窪ませて顔を表現している。表面観察から土偶の胎土に細長い空隙が認められることが報告されている。

X線CT画像から、明瞭な空隙が2か所確認できた。一つは土偶の中軸線上に位置し、背面から顔面を表現する「くぼみ」に向かって斜めに入る。顔を表現する「くぼみ」を貫通していたためか、焼成前に「くぼみ」内部から別の粘土粒を充填して空隙を閉塞している(第3図)。



第2図 調査資料実測図(図中の枝番号は、表1の資料番号に対応する)

二つ目は、顔面を表現する「くぼみ」の右側に位置し、頭部下端から頭頂部にかけて土偶胎土の中心部をまっすぐに通っている。なお、この空隙は頭頂部を貫通していない(第4図)。

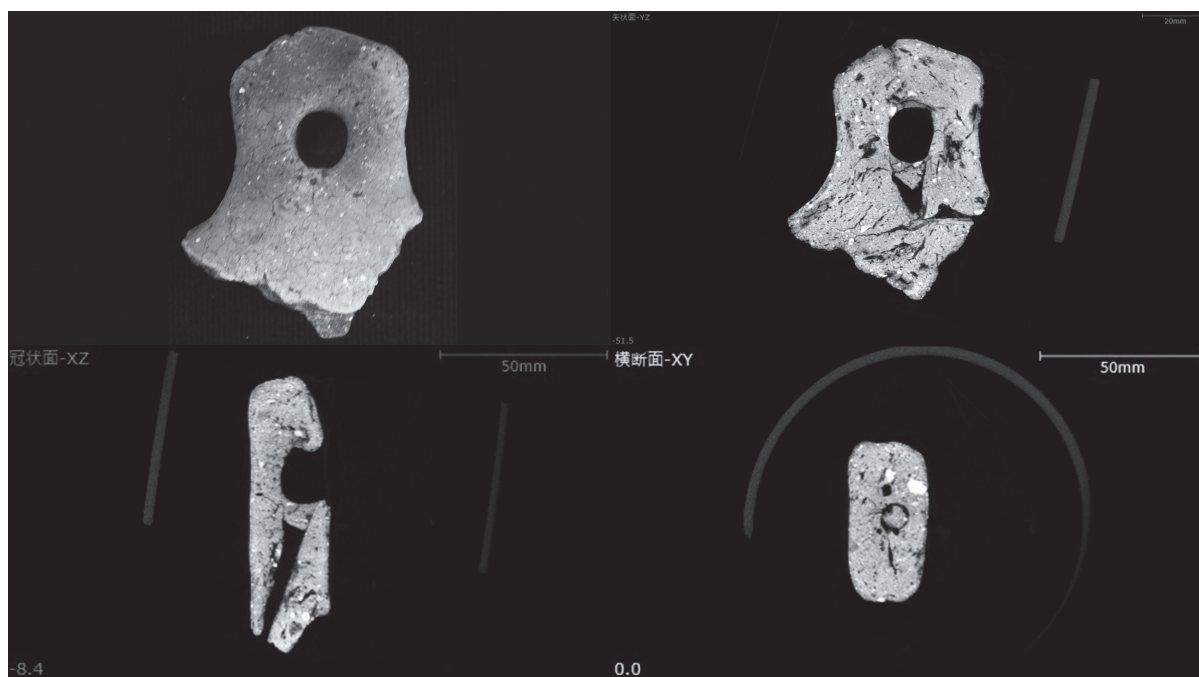
この空隙の機能については、土偶の製作時における芯材の可能性などが指摘されるが、現状では特定するには至っていない。今後、類例の増加を待って改めて検討したい。

資料番号2は本宮市高木・北ノ脇遺跡(福島県文化振興事業団編2003)から出土した縄文時代中期頃

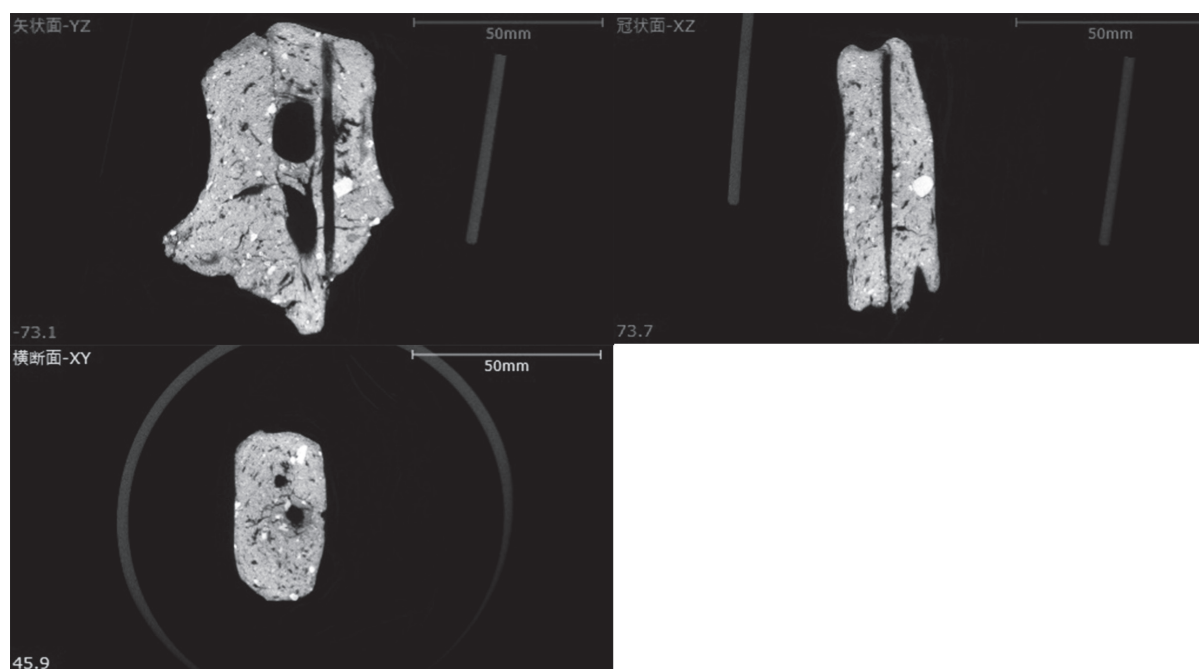
に属する土偶である。頭部の表現が乏しく、胴部が逆三角形を呈する。伏せ鉢状をなす脚部と胴部と接合して自立するように作られている。

X線CT画像では、逆三角形をなす胴部は、胴体と両腕部の粘土塊3つを接合している。さらに両腕部から脇腹部分にかけて細く薄い粘土紐を貼り付けていることが確認できる(第5図)。

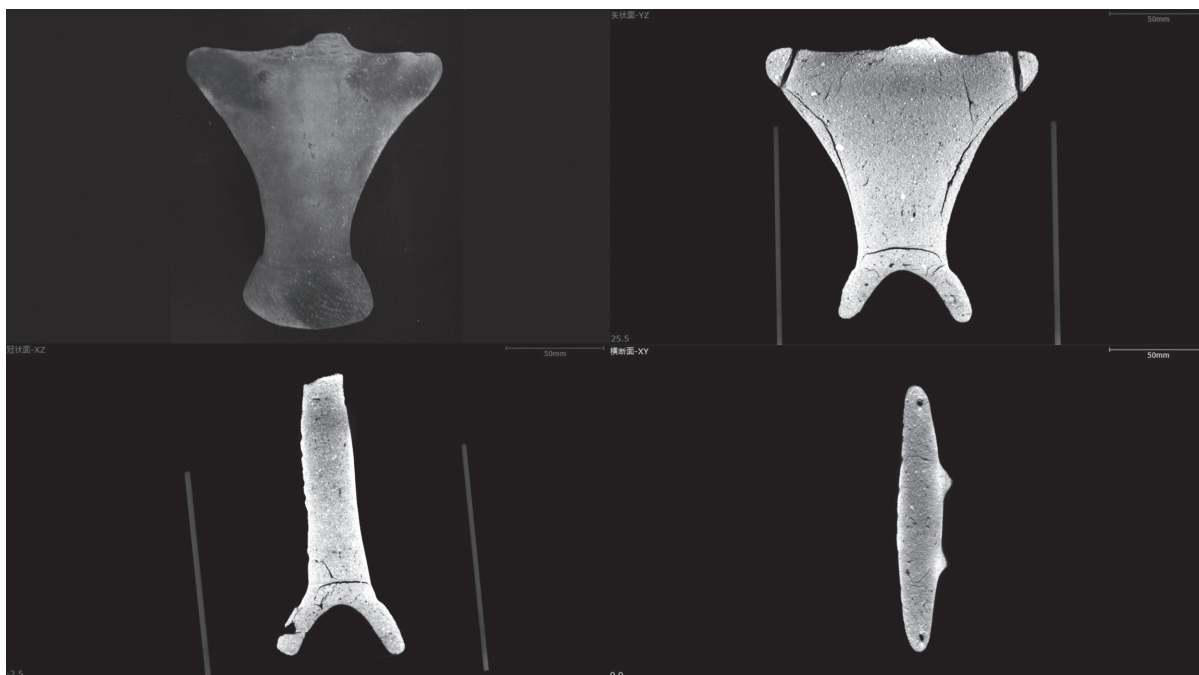
資料番号3は石川町七郎内C遺跡(福島県文化センター編1982)から出土した縄文時代中期に属する土偶である。上半身を欠損するが、妊婦を表現した



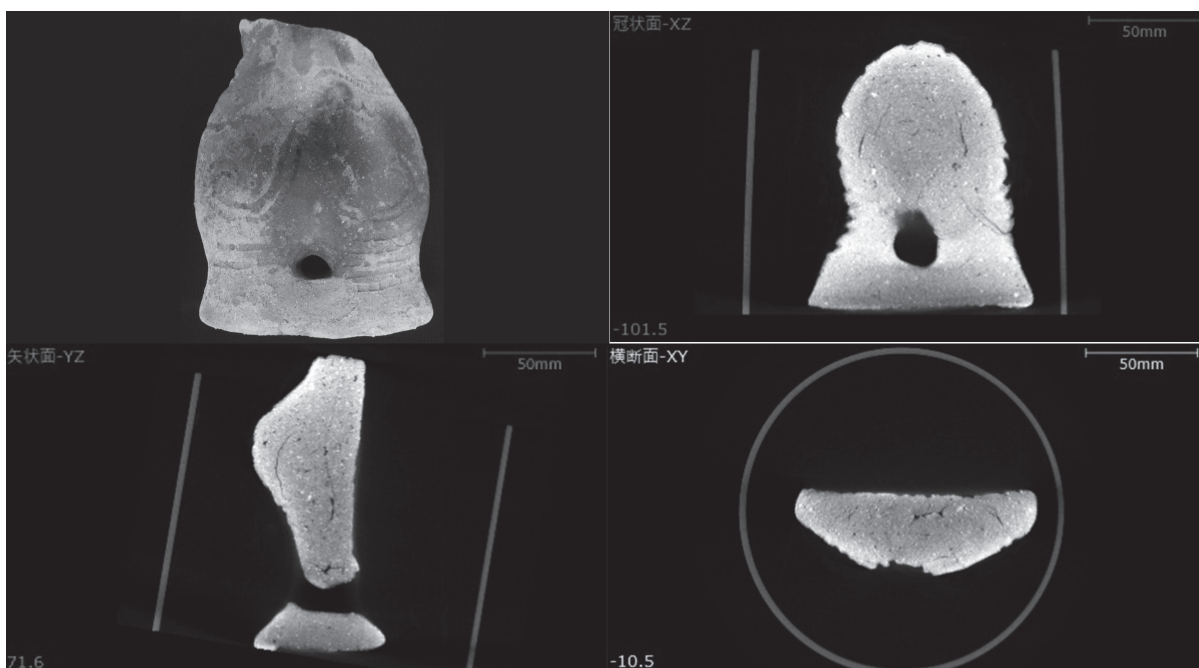
第3図 【資料番号1】新田遺跡出土土偶のX線CT画像(「くぼみ」を通る空隙)



第4図 【資料番号1】新田遺跡出土土偶のX線CT画像(「くぼみ」の右側を通る空隙)



第5図 【資料番号2】高木・北ノ脇遺跡出土土偶のX線CT画像



第6図 【資料番号3】七郎内C遺跡出土土偶のX線CT画像（各部スライス画像）

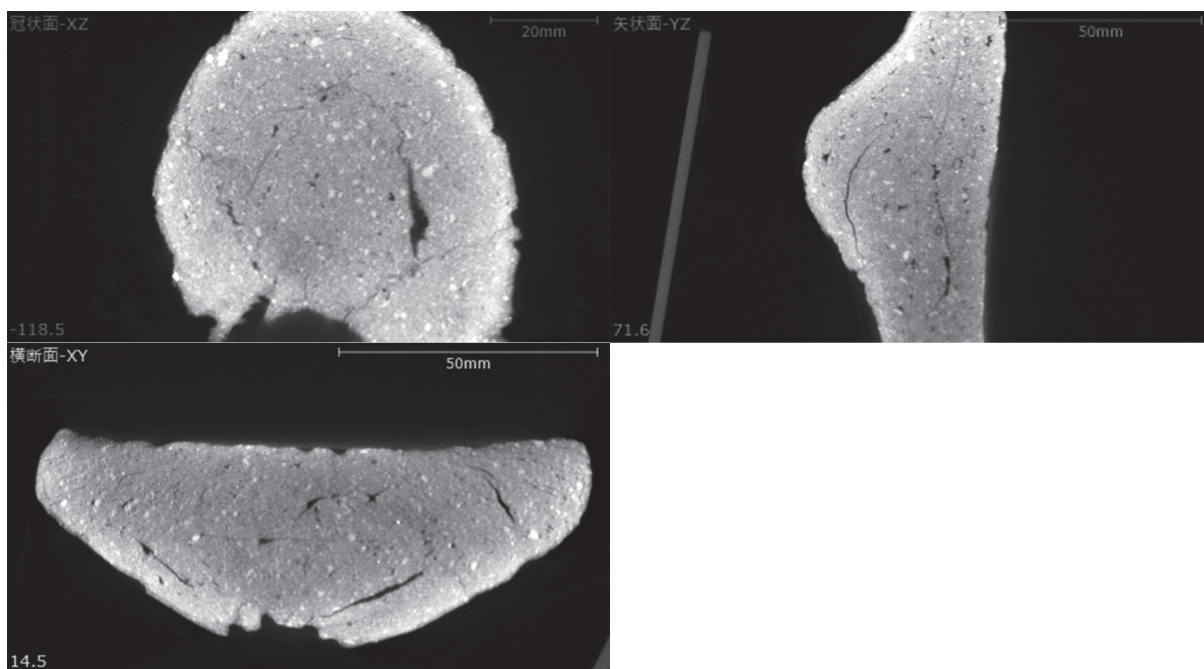
ものであろうか、大きく膨らんだ腹部が特徴的である。

X線CT画像では、背面と腹面の2枚の粘土板を貼り合わせて形作られている。特に膨らんだ腹部は半球形の粘土塊を貼り付けて表現される。さらに腹面は薄い粘土板で覆われており、人体を模して皮膚を表現すると思われる造作の印象がある(第6・7図)。

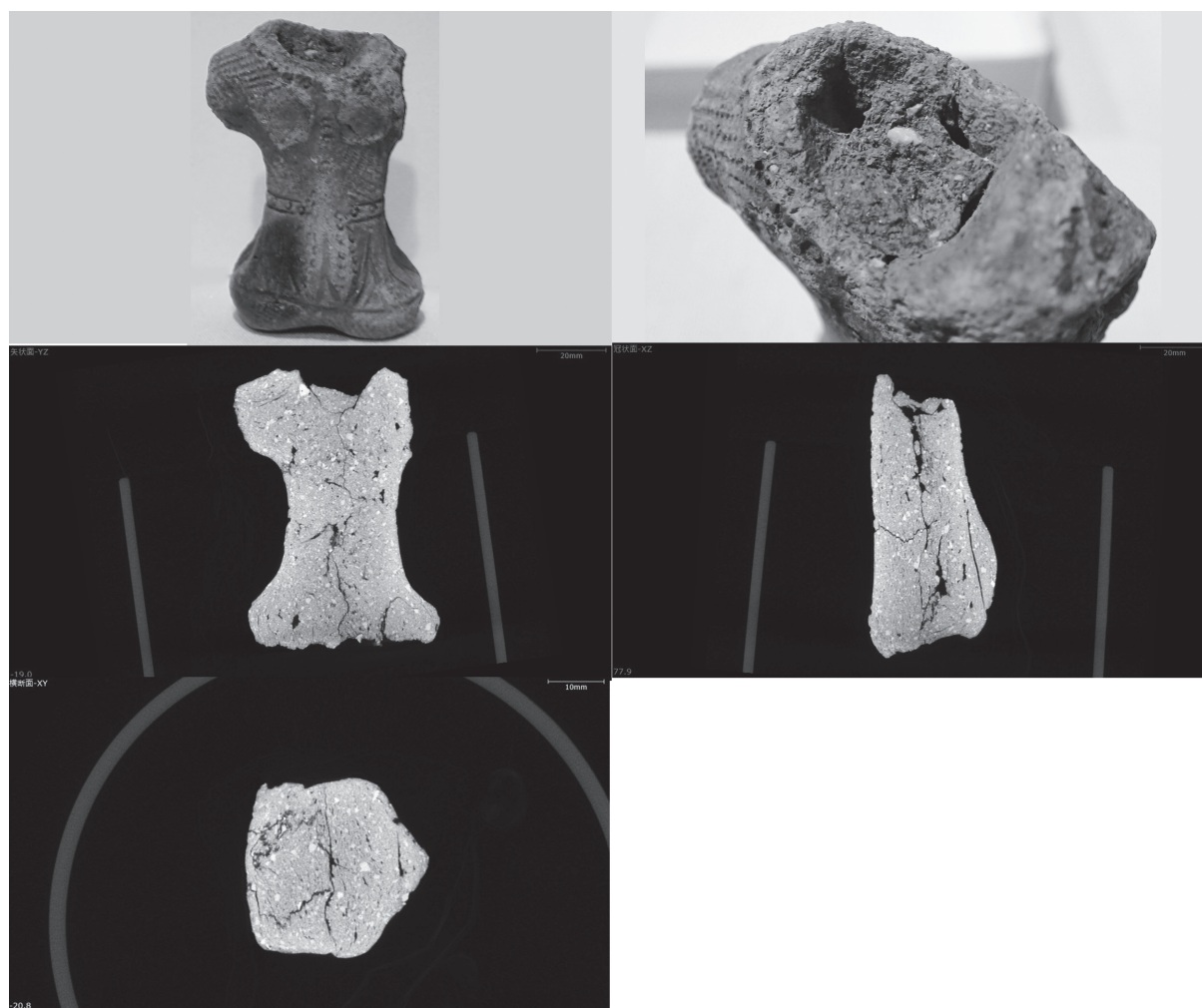
資料番号4は、須賀川市一斗内遺跡(福島県文化センター編1984)から出土した縄文時代後期に属す

る土偶である。やや小型の土偶であるが、妊婦様の膨らんだ下腹部が表現されている。また、胴体上部に頭部を接合するためのソケット状の窪みが観察できる。

X線CT画像では、資料番号3と同様に、腹・背面2枚の粘土板で構成され、それぞれ粘土塊を貼り合わせて胴部が作られている。特に下腹部はやや厚い粘土塊が用いられている。さらに腹面は薄い粘土板で覆われている(第8図)。これも資料番号3と同様に、皮膚を表現した造作との印象がある。



第7図 【資料番号3】七郎内C遺跡出土土偶のX線CT画像（腹部拡大画像）



第8図 【資料番号4】一斗内遺跡出土土偶のX線CT画像

(2) 鉄地金銅張杏葉 【資料番号5】

資料番号5は、白河市笹内古墳群(福島県文化センター編1996)の37号横穴から出土した鉄地金銅張杏葉である。身の形状は棘葉形をなし、上端部に方形の立間が取り付く。

本資料の構造は、鉄製の地板と透かし板の2枚を重ね、側縁に配した3か所の鉸で止められている。杏葉の透かし板と鉸頭部分に金銅板が貼り付けられている。

CT画像では、地板と透かし板の間に細長い鉄板が認められる。この鉄板は立間と一体づくりで、身の右下端に向かって斜めに挟まっている。鉸等で固定されていない。立間の補修に関わる造作で、破損した立間を取り除き、地板と透かし板の間に、立間を作り出した鉄板を挿入したと推定される。また、透かし板に施された金銅板は遺存状態が悪いが、端部を地板との間に折り畳んで始末していることが看取できる。鉸の金銅板は、鉸頭部を覆い、透かし板

との間で折りたたんで始末している(第9図)。

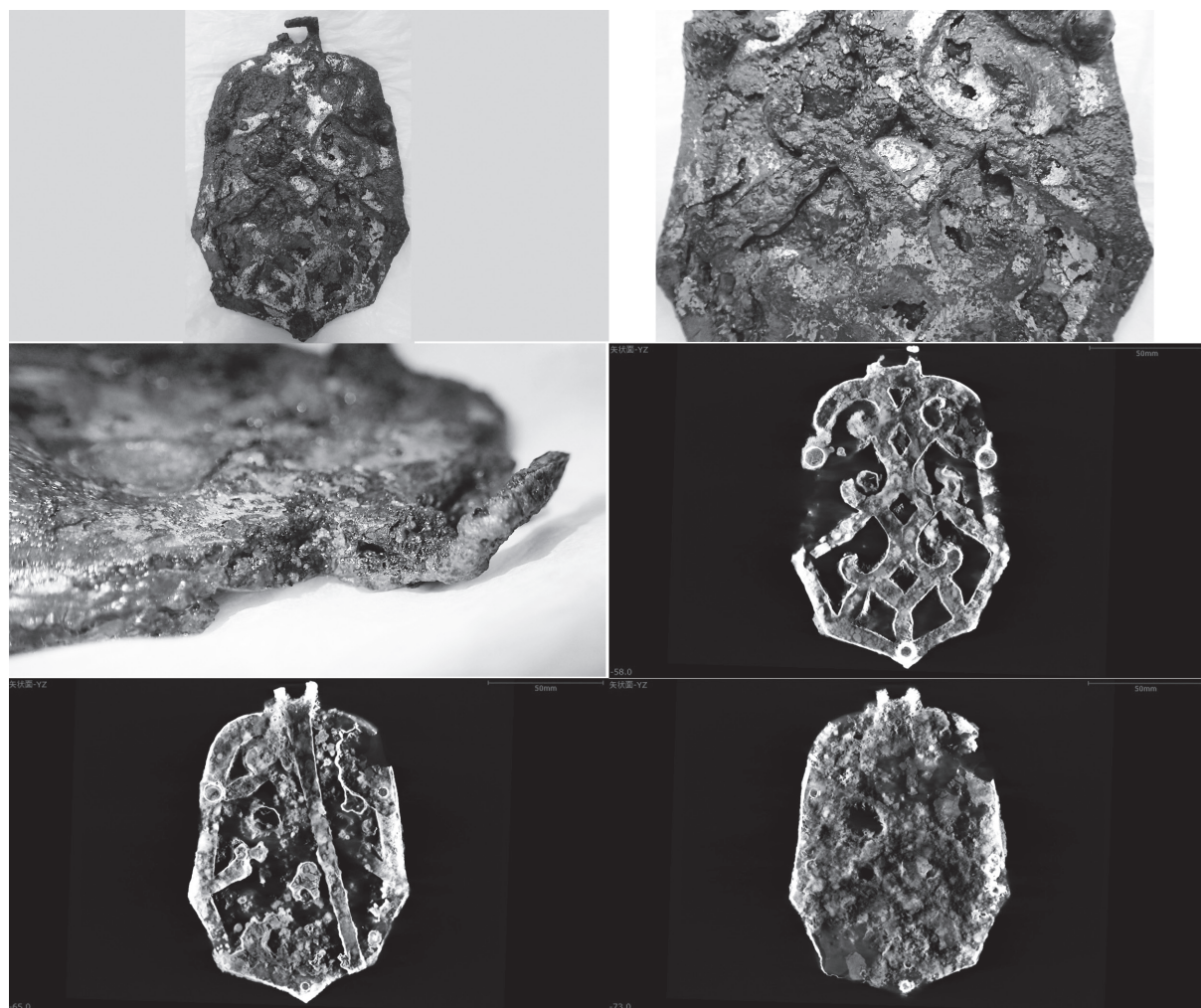
(3) 耳環 【資料番号6~8】

耳環はいずれも銅地銀板張である。鍍金の痕跡は明瞭でない。いずれも保存処理後20年以上経過し、銀板が剥落していることもあり、X線CT撮影による地金銅の腐食状況の確認を目的とした。

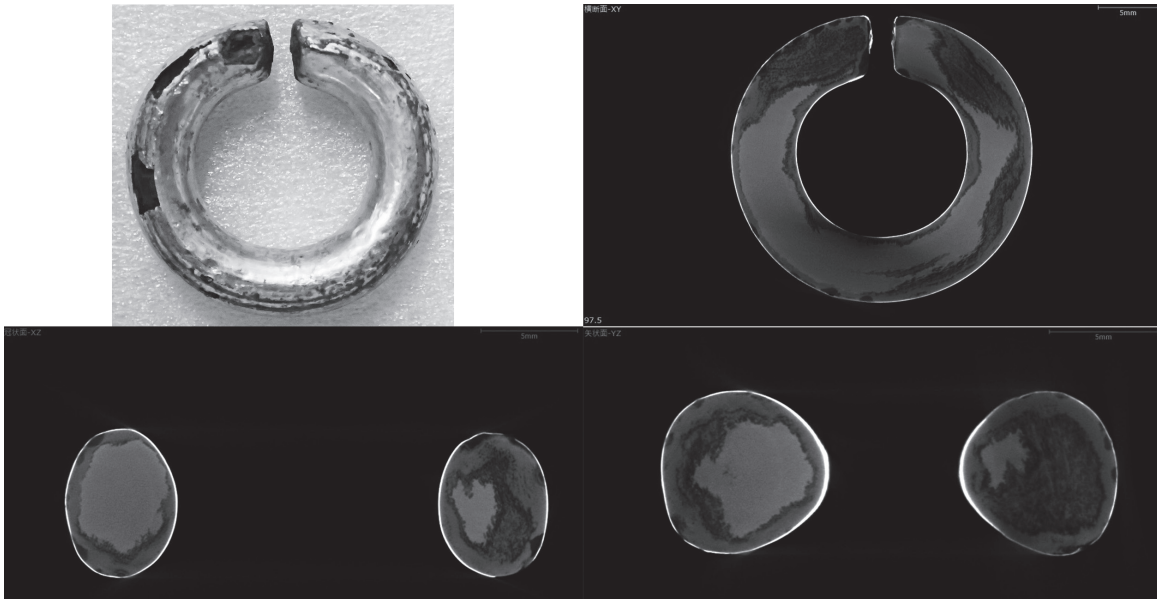
資料番号6は、会津若松市駒板新田横穴群(福島県文化センター編1989)の2号横穴玄室内から出土した耳環である。耳環は整ったCの字形をなし、地金銅の断面形は楕円形をなす。

X線CT撮影の結果、地金銅の内部にも空隙が見られない。また資料番号7・8と比較すれば、地金銅と銀板が隙間なく圧着していることが看取できる(第10図)。

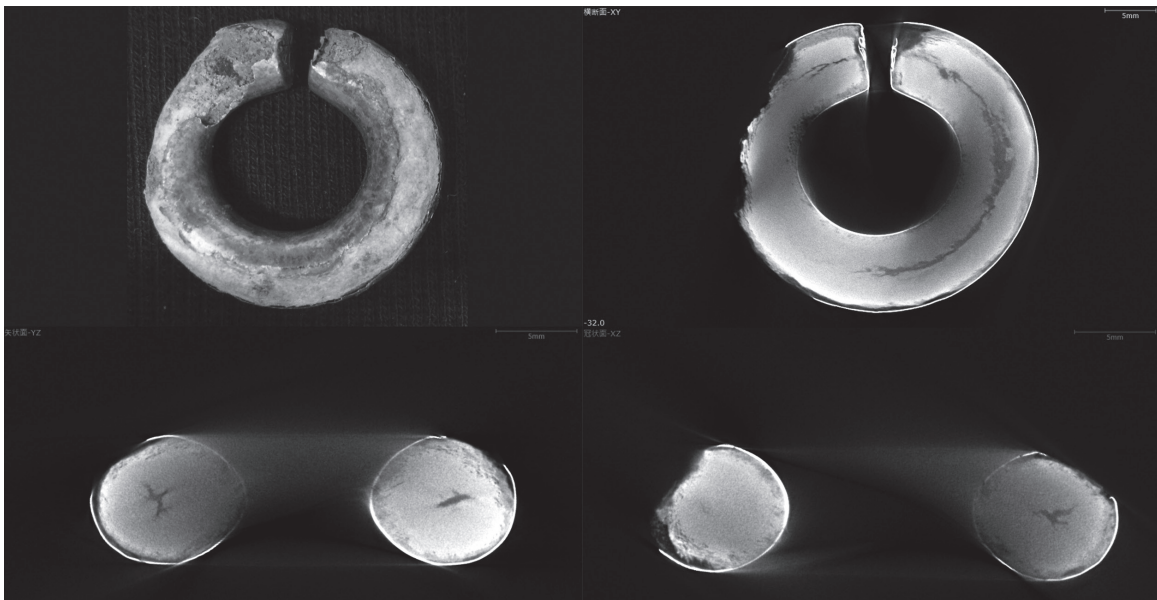
資料番号7・8は矢吹町弘法山古墳群(福島県文化センター編2000)の7号横穴玄室内から出土した耳環である。地金銅の断面形が円形になる。また、表面観察から銀板の剥落が顕著である。



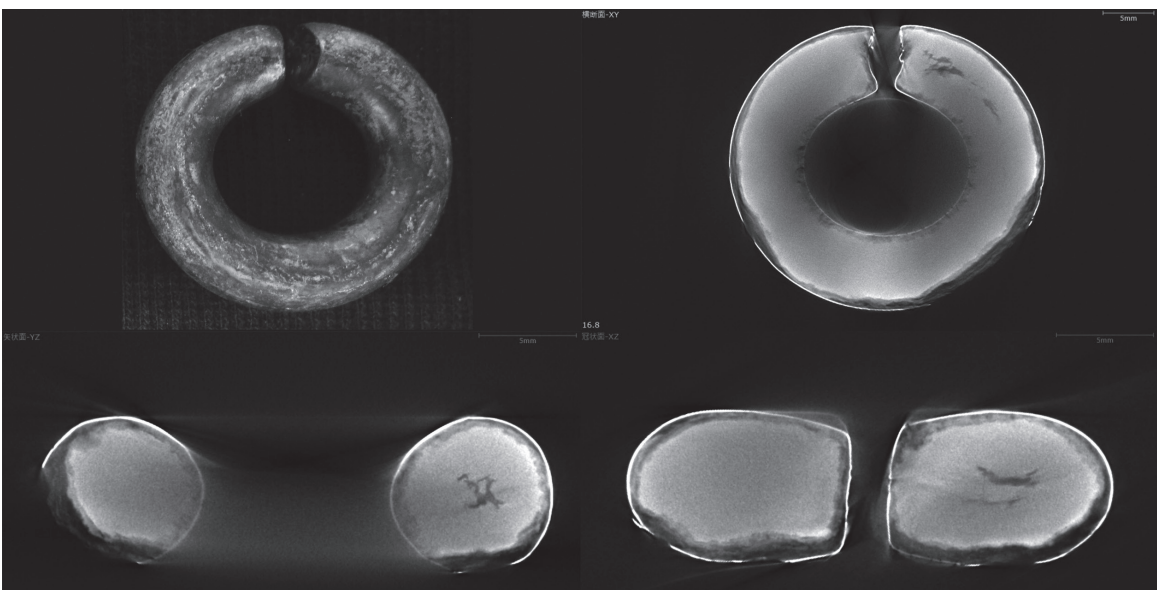
第9図 【資料番号5】 笹内遺跡出土杏葉のX線CT画像



第 10 図 【資料番号 6】 駒板新田横穴出土耳環の X 線 C T 画像



第 11 図 【資料番号 7】 弘法山古墳群出土耳環 A の X 線 C T 画像



第 12 図 【資料番号 7】 弘法山古墳群出土耳環 B の X 線 C T 画像

X線CT画像から、いずれの耳環においても地金銅と銀板の間に隙間が認められ、腐食により地金銅がやせていることが確認できた。また、地金銅の中心部を全周するように空隙が観察できる(第11・12図)。

この耳環の地金銅の中心に見られる空隙については、先行研究においてすでに指摘されているが、地金銅の整形方法によるもので、素材となる銅板を叩き丸めて棒状の地金銅が整形されたものと推定される。一方、資料番号6は地金銅の断面形が楕円形をなす。素材銅板の形状を残した地金銅であるため、地金銅の中心に空隙が認められないのであろう。

従前の研究でも示すとおり、九州から東北地方南部において出土した銅地銀板張耳環で同様な空隙が確認できることから、耳環の製作方法や製作地(工房)等を検討する上で新たな知見となる。今後、X線CT撮影を行った耳環の資料増加が望まれる。

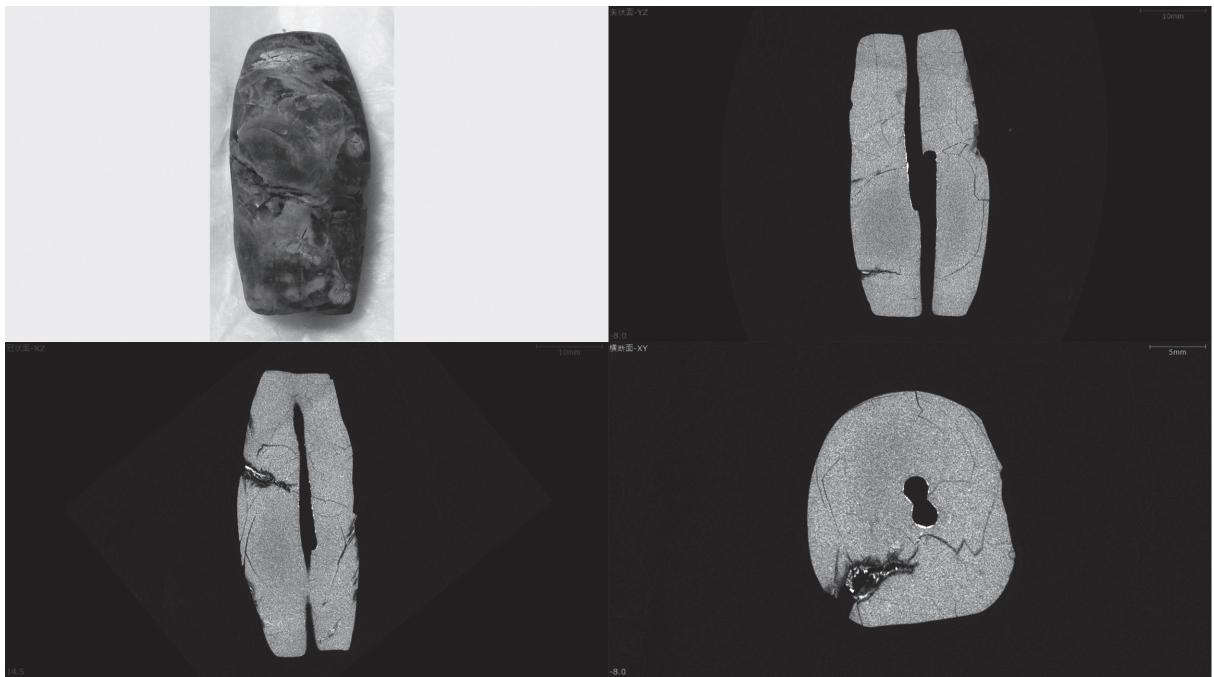
#### (4) 琥珀製棗玉 【資料番号9】

資料番号9は矢吹町弘法山古墳群(福島県文化センター編2000)の7号横穴玄室内から出土した琥珀製棗玉である。長さが4.2cm、幅が2.1cmで、細長い形をなす。調査前の表面観察においては、両小口面からそれぞれ紐孔を穿孔していると推定された。

CT画像からは、棗玉の中央付近で紐孔が重なっている状態が観察できる。また、本資料はすがに入った琥珀を素材としている。CT画像では亀裂の深度が確認できた(第13・14図)。

#### (5) ガラス小玉 【資料番号10】

資料番号10は矢吹町弘法山古墳群(福島県文化センター編2000)の1号横穴玄室内から出土した、直径1cmの比較的大きなガラス玉である。紐孔に対して縦に割れて半分が遺存している。色調は緑色で、鉄分が付着したのであろうか一部赤色をなす。製作技法としては、ガラス内部に残る気泡の状態から鉄

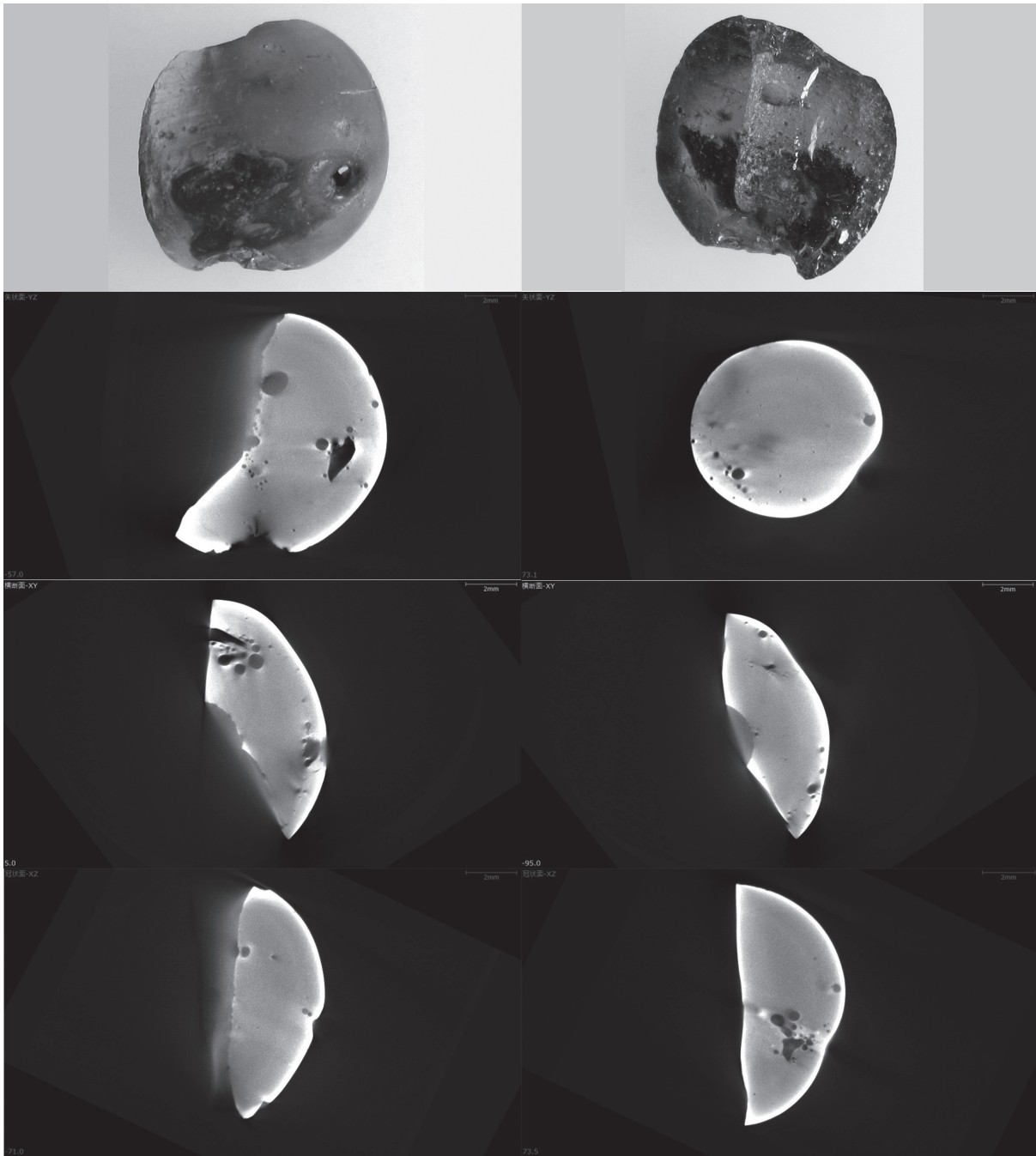


第13図 【資料番号9】弘法山古墳群出土琥珀製棗玉のX線CT画像(各部スライス画像)



第14図 【資料番号9】弘法山古墳群出土琥珀製棗玉のX線CT画像(クラック発生部分拡大画像)





第15図 【資料番号10】弘法山古墳群遺跡出土ガラス小玉のX線CT画像

芯に溶けたガラスを巻き付けて整形されたガラス玉と判断している。

X線CT画像ではガラス内部の気泡が球形または紡錘形になり、紐孔に対して螺旋状に連なる状態が観察された。溶けたガラスを鉄芯に巻き付けて製作されたことを裏付ける結果が得られた(第15図)。

#### 4 調査結果の公開・活用

X線CT撮影による非破壊構造調査の結果については、昨年度に引き続き、当館の展示や実技講座等において公開・活用した。

今年度の新たな取り組みとして、県内の文化財担当職員を対象とした文化財分析研修を開催した。福島県ハイテクプラザの矢内誠人氏を講師に迎え、X線CT装置の特徴を解説いただいた。さらに、当館で実施した非破壊構造調査成果を公開するとともに、三次元計測などによる文化財を対象とした非破壊構造調査の有用性について研修を行った。

その他に「土偶の日(10月9日)」に合わせたイベントとして、「荒小路土偶の健康診断」を開催した。荒小路遺跡出土土偶のX線CT画像をビューワソフトにて来館者が自由に閲覧できるものとした。



第 16 図 文化財分析研修の様子

まほろん土偶の日  
**荒小路土偶の健康診断**



日時 10月8日(土)～16日(日)  
場所 まほろんプロムナードギャラリー

PC操作で  
X線CTによって色々な角度から内部構造がみれます

第 17 図 「土偶の日」のイベントポスター

## 5 おわりに

X線CTを用いた非破壊構造調査では、土器・土偶を含めた土製品、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、計21点の調査を実施した。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。

次年度以降は、X線CT撮影による非破壊構造調査の成果をまとめるとともに、展示や講演会等を開催して調査成果を公開する予定である。

### 【謝 辞】

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矢内誠人氏に末筆ながら感謝申し上げます。

### 【引用・参考文献】

#### 【論 文】

渡辺智恵美 2018 「X線CTスキャンと三次元計測データを用いた耳環の調査—セット関係特定のための新手法の試み—」『史学論叢』別府大学史学研究会

竹井良・藤澤明 2021 「山梨県指定文化財稲荷塚古墳出土耳環の製作技法と材料産地推定」『帝京大学文化財研究所研究報告第20集』帝京大学文化財研究所

#### 【調査報告書：福島県教育委員会発行】

以下、1～10は表1の資料番号と一致する。

- 1 福島県文化振興財団編2014「新田遺跡」『常磐自動車道遺跡調査報告70』
- 2 福島県文化振興事業団編2003「高木・北ノ脇遺跡」『阿武隈川右岸築堤遺跡発掘調査報告3』
- 3 福島県文化センター編1984「一斗内遺跡」『母畑地区遺跡発掘調査報告16』
- 4 福島県文化センター編1982「七郎内C遺跡」『母畑地区遺跡発掘調査報告X』
- 5 福島県文化センター編1996「笹内古墳群」『母畑地区遺跡は靴調査報告39』
- 6 福島県文化センター編1989「駒板新田横穴群」『東北横断自動車道遺跡調査報告6』
- 7～10 福島県文化センター編2000「弘法山古墳群」『あぶくま南道路遺跡発掘調査報告8』