

東海大学松前記念館リニューアルオープン第1回企画展 | 東海大学アンデスコレクション文理融合研究成果報告

古代アンデスの

音とカタチ

展示
図録

—— 先端科学で解き明かす東海大学コレクション ——

2022年
会期 11月1日(火)~2023年
5月24日(水)

開場時間 10:00~17:00 (入館は16:30まで) ※延長の可能性あり

会場

湘南キャンパス松前記念館

(歴史と未来の博物館) 平塚市北金目4丁目1番1号



ご挨拶

松前記念館（東海大学歴史と未来の博物館）は、東海大学の建学 40 周年記念事業の一環として 1983 年の建学記念日に開館しました。学園の創立者・松前重義の思想と業績を後世に伝えるとともに、東海大学の建学の理念を継承し、学園が理想とする教育研究に資することにより、広く社会に貢献することを目的としています。その核心は「科学技術は人類の幸福のためにあるものである。しかし、その取り扱いを間違えると人類を破滅へと導く。国の行方も人類の将来もこれに関わる人間の思想に左右される」という松前自身の言葉に表れています。

それからさらに 40 年、2022 年には建学 80 周年を迎えます。大きく変化する世界において、本学が掲げる理念とそれに基づく教育・研究活動は、ますます重要な使命を帯びてきました。そこでこの度、2022 年の建学記念日を期に、段階的にリニューアルを開始し、東海大学の歩んできた歴史と、そこで「文明」「文理融合」の眼差しとともに育んできた「知」の集積を、しっかりと次世代へ継承し、地域や国際社会とともに未来を創造していく、新たなミュージアムを目指していくこととなりました。

その柿落としの企画展が、「古代アンデスの音とカタチー先端科学で解き明かす東海大学コレクション」と銘打ち、この 11 月 1 日から開催されます。古代文明の遺物に、数々の先端技術の光を当てることで、遠い過去から時空を超えて現代人に継承される「人間らしく生きる喜びー感性のみずみずしさ」を訴えかけるこの企画には、近い将来の松前記念館が目指す「学問分野の界を越え」「ともに学び」「その成果をデジタル資産として残していく」ーまさに館の愛称である『歴史と未来の博物館』へ向けたステップ、試みがふんだんに盛り込まれています。

どうか、ご期待ください。

松前記念館館長 水島久光



リニューアルされた松前記念館館内

文明研究所、マイクロ・ナノ研究開発センター共催

松前記念館リニューアルオープン第1回企画展 東海大学アンデス・コレクション文理融合研究成果報告

古代アンデスの音とカタチ

— 先端科学で解き明かす東海大学コレクション —

本学では創立者松前重義の理念に基づき、文理融合と文明研究が推進されてきた。東海大学文明研究所が収蔵する「アンデス先史文明に関する遺物」(通称:東海大学アンデス・コレクション、以下アンデス・コレクションと略記)を通じ、まさに文理融合の学際的研究が本学の研究者を中心に展開されています。文系の研究所としての文明研究所、さらに理系の研究所としてマイクロ・ナノ研究開発センターがタッグを組んで、2017年度からコレクションの整備事業の一環として、共同研究が開始されました。今回の研究報告では、「物質」研究だけでなく、「笛吹きボトル」を題材にあまり顧みられなかった「音」あるいは「聴覚」に関する研究も展示されています。いずれの研究も学内外の研究者を巻き込んだ研究に発展し、さらにその成果はワークショップとして地域連携や社会教育の現場へ還元されています。大学コレクションの利活用のあるべき姿の一例として、その取り組みを紹介するとともに、松前記念館リニューアル第1回企画展として研究成果報告を企画しました。本大学で取り組まれている多くの研究のごく一端ではありますが、この機会にご高覧いただければ幸いです。

開催にあたり学内外の関係各位にこの場を借りて御礼申し上げます。

展示企画責任者
文明研究所所員 吉田晃章
(文学部文明学科)



リニューアルされた松前記念館館内

1-1. 東海大学アンデス・コレクションとは

共同研究の対象であるアンデス・コレクションとは、文明研究所が所蔵する国内でも有数の規模を誇る古代アンデス文明に関するコレクションです。アンデス文明は南米大陸で栄え、最近では文明のルーツが紀元前 2500 年以前に遡るとも考えられており、世界六大文明の一つに数えられています。アンデス文明は文字を持たない文明で、スペイン人に征服されたインカ帝国以前はいまだ多くの謎が残されています。2022 年 10 月 1 日現在、アンデス・コレクションは、1923 点を数え、内訳は土器が 1063 点 (約55%)、織物が416 点 (約22%)、木製品と貝製装身具 166 点、金属器 39 点、石器 12 点などとなっています。中には貴重な金製や銅製の仮面も存在し、コレクションの文化的な価値は計り知れません。文化別では、地上絵で有名なナスカ文化の遺物が 291 点と一番多くなっています。

展示解説

資料番号 11571-282 の土器は、コレクションの中でも比較的古い遺物で、紀元前 1200 年から前 800 年にかけて栄えた古典クピスニケ文化に由来します。バナナ形をした「双塔ボトル」と呼ばれる器形で、土器の両端に注口と嘴のような突起がついています。把手部には丸い玉のようなものが確認できますが、これが笛玉と呼ばれるもので、水を入れる際に、もしくは水が入った状態で揺らすと内部の空気に圧力がかかり、笛が鳴る仕組みになっています。展示されているのは、実物のほか、3Dプリンター(石膏)によるレプリカとインダストリアル・クレイによるレプリカ、さらに精巧に再現された土器です。いずれもレプリカは岡山県立大学の真世土マウ准教授によって作成されました。

資料番号 11571-347 は「人物頭部付き双塔形笛吹きボトル」で、紀元前 800 年から前 500 年に栄えた後期クピスニケ文化の遺物です。笛玉は 11571-282 と異なり、把手部についておらず、人物頭部内に設置されています。頭部は制作者の意図にかかわらず共鳴室の役割も果たしているとも考えられます。この土器も「双塔ボトル」と呼ばれる形をしています。最も古い笛吹きボトルの形の一つと考えられ、笛吹きボトルの起源は、今のところペルーに限って言えばこのクピスニケ文化にあると言ってよいでしょう。



遺物とともに 3 つのレプリカ(手前からインダストリアル・クレイ/土器/3D プリンタ)が展示されました。

レプリカはいずれも真世土マウ准教授(岡山県立大学)によって作成されたものです。



動物像飾り・笛・把手付き壺

ペルー北海岸

古典クピスニケ文化(前 1200 年～前 800 年)

21 × 24.6 × 9.5cm

東海大学文明研究所所蔵: 11571-282



人頭飾り・笛・把手付き壺

ペルー北海岸

後期クピスニケ文化(前 800 年～前 500 年)

18 × 21.4 × 10.5cm

東海大学文明研究所所蔵: 11571-347



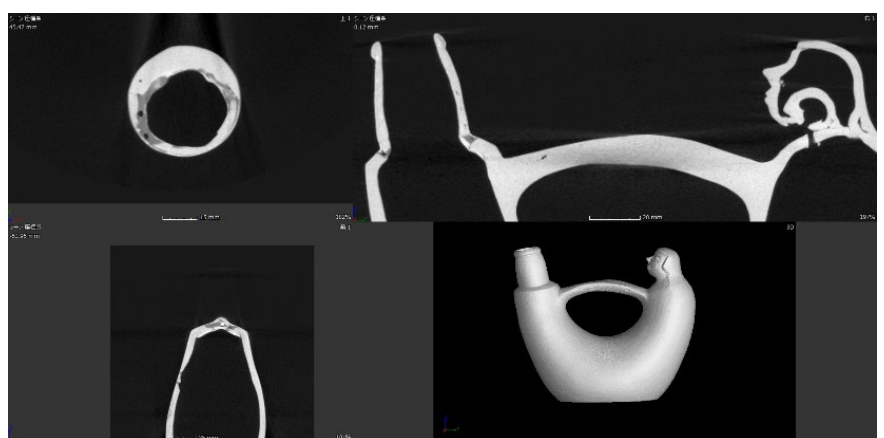
インダストリアル・クレイレプリカ(真世土氏作成)



3D プリンタ石膏レプリカ(真世土氏作成)



イメージング研究センターに設置された
X線 CT 装置 (Nikon 製 XT H225ST)



クピスニケ文化の土器のX線 CT 画像
断面画像からは修復の痕跡が伺えます。

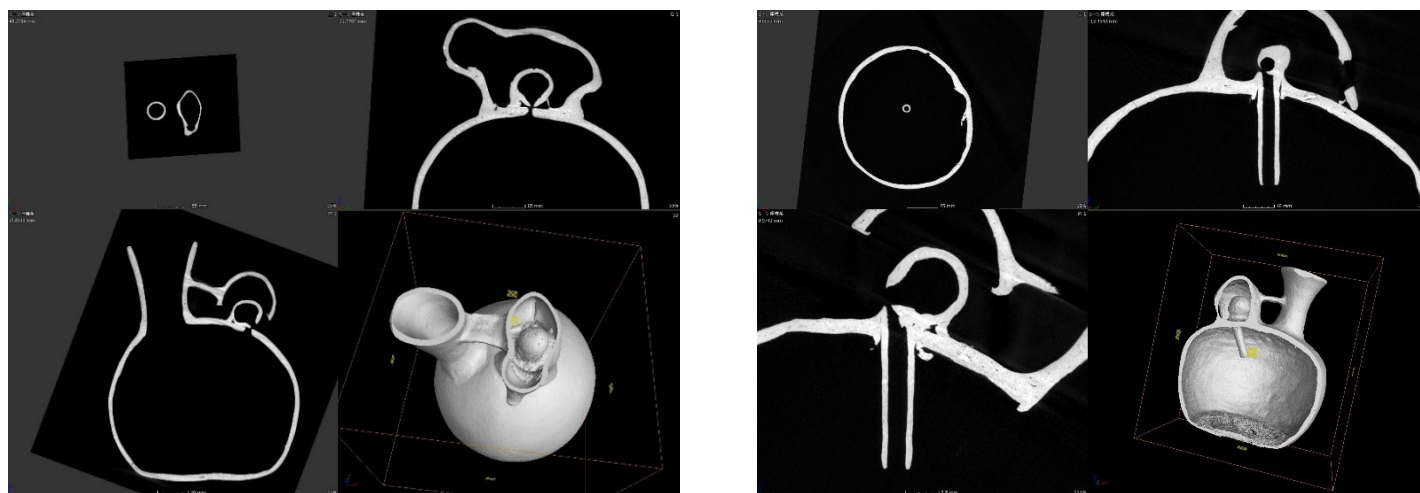
1-2. 2500年にわたり制作され続けた笛吹きボトル

笛吹きボトルとは、ホイッスル（笛玉）を備え、土器内部で水と空気が移動する時に音が鳴る、内部構造が比較的複雑な土器です。先行研究では、葬儀、儀式、祝祭と関連した用途が示唆されていますが、各文化における詳しい使用方法などはわかっていません。笛吹きボトルの歴史は古く、ボトルの形状と機能はエクアドルとペルーにおいて紀元前10世紀ころから紀元後15世紀にかけて変化し続け、アンデス文明において少なくとも約2500年にわたって制作され続けました。しかし笛吹きボトルの構造の多様性と、そこから生じる音の多様性の関係を、定量的に科学分析した研究例は数少なく、またペルー各地の地方文化において形態的に多様な発展を遂げた資料群の検討も進んできませんでした。そのためこれまで国内で笛吹きボトルの研究に携わってきた放送大学の鶴見英成准教授、岡山県立大学の真世土マウ准教授、BIZEN 中南米美術館の森下矢須之館長らと東海大学の研究者が共同研究を開始しました。

展示解説

東海大学ではこれまで学術調査団が組織され、アンデスでも発掘調査が実施されてきました。その一つに松本亮三名誉教授が率いた東海大学新大陸学術調査団があります。同調査団はペルーのアンカシュ州でレクアイ文化（紀元前後～7世紀）の遺跡を日本の調査団としては初めて調査しました。資料番号11571-785の土器は発掘遺物ではありませんが、レクアイ文化のもので、報告例が限られているレクアイ文化の笛吹きボトルです。レクアイ文化の土器は、微細なカオリンと呼ばれる土を胎土として、あるいは化粧土として用い、白地もしくはクリーム地にマンガンを用いた黒色ネガティブ紋様や、赤や黒の彩色が施されるのが特徴です。鳥、ジャガーなどの動物、人間、超自然的な生き物がモチーフとなっているものが多く、立体的造形や幾何学文様がみられます。

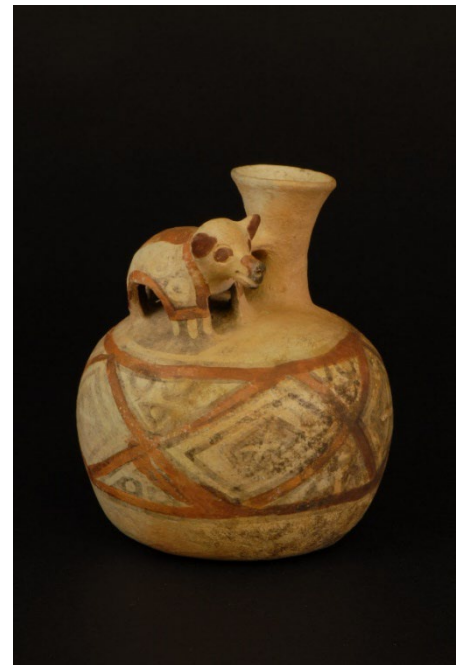
資料番号11571-755も同様にレクアイ文化の土器であり、壺の肩部分に動物の象形飾りが付いています。いずれの土器も動物の腹の部分に笛玉が隠されるように、設置されており、笛吹きボトルとなっています。実は、この2点はX線CT（Nikon製XTH225ST）を使用して観察しなければわからない違いがあります。11571-785は土器に直接笛玉が設置されているのに対し、11571-755は笛玉にパイプが連結しており、そのパイプごと胴部に挿入されています。パイプが接続しているほうが、空気の流れが一定し、安定した音色を奏でられることが分かっています。



外見は同じように見える遺物でもX線CT撮影を行うことで、内部構造が異なることが判明しました。笛玉が動物飾り内部に設置されているのは同じですが、右側の土器は笛玉とそれにつながるパイプが確認できました（11571-755）。このようにX線CT撮影をすると新たな発見があります。



インダストリアル・クレイの作成では、制作工程の再現や制作者がどのような点に注意を払っていたかを確認し、古代アンデスの人々の笛吹きボトル作成技法と制作の際の認識に迫る研究を行っています。



幾何学文様彩画動物飾り・笛付き壺
ペルー北高地南部
レクアイ文化(紀元前後～後 650 年)
14.3×12.1×12.2cm
東海大学文明研究所所蔵:11571-755



格子文彩画動物飾り笛付き壺
ペルー北高地南部
レクアイ文化(紀元前後～後 650 年)
15.6×12.4×12.6cm
東海大学文明研究所所蔵:11571-785



3D プリントによる忠実な半裁レプリカからは、制作時の造形の痕跡が伺えます。撫でた痕跡や接合した痕跡が残っており、制作手順を解明する手掛かりになります。

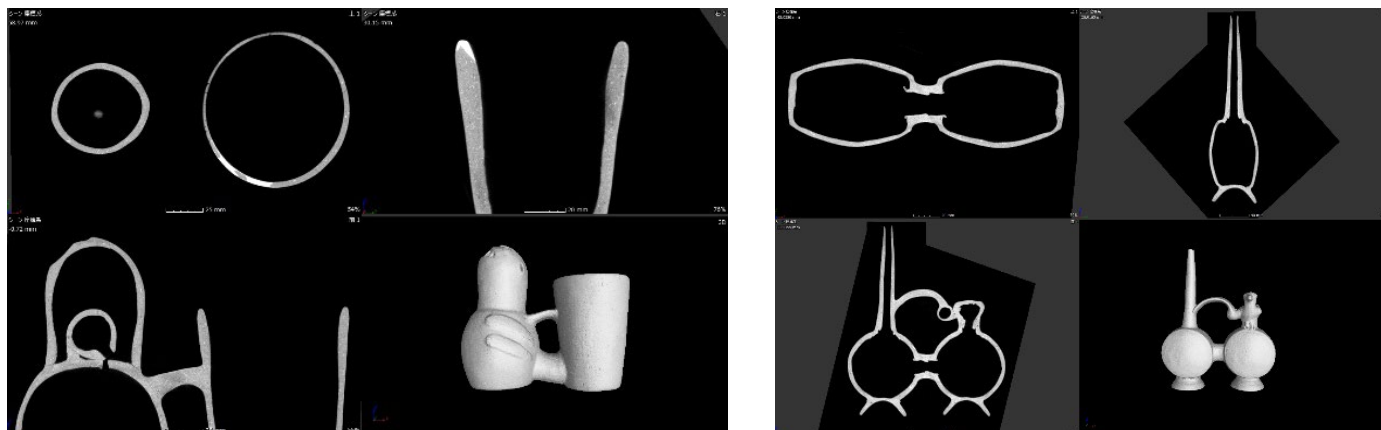
1-3. 文理融合研究から笛吹きボトルの不思議を追究する

これまで、土器群から笛吹きボトルらしき候補を選び、栗野若枝技術員（イメージング研究センター）と吉田が中心となりX線 CT を使用し笛吹きボトルの撮影を行い、古くは古典クピスニケ文化（前 1200 年～前 800 年）、新しいものでチムー文化（後 850 年～1470 年）まで、また詳細な報告のなかったレクアイ文化のものなども含め、50 点の詳細なデータを取得しました（2022年 9月時点）。このデータをもとに、現在成形方法と構造からタイプ分類を実施し、体系的な研究を進めています。分析は進行中ですが、文化ごとの、あるいはボトルのタイプごとの特徴が少しずつ解明されてきています。今後は「聴覚」という観点から笛吹ボトルの音響解析を喜多理王教授（理学部物理学科）のグループを中心にして実施し、当時のアンデスの人々の音に対する趣向や心性に迫りたいと考えています。

展示解説

資料番号 11571-703 は、ペルー中部海岸のチャンカイ川流域で栄えたチャンカイ文化（後 1000 年～1400 年）の土器です。壺が二つ連結した「双胴壺」と呼ばれる器形ですが、一方の壺は細長い注口がまっすぐ上に伸びています。もう一方の壺の上には鳥がとまっており、鳥と注口に把手が渡してあります。笛玉は鳥の横の把手部に設置されています。展示されている中では比較的新しい文化に属す土器であり、古典クピスニケ文化とは少なくとも 1800 年、最大で 2600 年ほどの隔たりがあり、笛吹きボトルの長い歴史を窺い知ることができます。このように把手部につけられる笛玉の径は、内部につけられる笛玉に比べて小さくなる傾向があることが分かっています。

先のレクアイ文化では、単なる壺に笛玉がついていましたが、資料番号 11571-695 は、クピスニケ文化の「双塔ボトル」でも、チャンカイ文化の「双胴ボトル」のタイプでもない、「笛吹きコップ」という稀な形状をしています。コップまたは口縁部の径が大きな広口の壺が、連結パイプと把手で象形土器に接合されており、象形土器の上部に笛玉が設置されています。海獣の頭部が笛玉を覆っており、カバーもしくは共鳴室になっています。内部に設置された笛玉の径は、見えないためか大きめのものになっています。笛吹きコップはチャンカイ文化でも見られますが、広くアンデス一帯で栄えたワリ文化（後 550-800 年）までさかのぼることができます。



X線 CT 撮影を行うと3D プリント用の STL データを作成することができます。また専用のソフトウェアを使用し、内部の計測なども可能になり、笛玉の内径をデータ化することもできます。左が収藏品番号 11571-695、右が 11571-703 のX線 CT 画像になります。収藏品番号 11571-695 の画像からは、異なる材質がやや白く映り、一部補修がなされていることもわかります。



手前から収蔵品番号 11571-703 の実物と、インダストリアル・クレイレプリカ、3D プリント石膏レプリカ、3D プリント石膏半裁レプリカが展示されている様子。



白地黒彩鳥飾付双胴壺

ペルー中央海岸

チャンカイ文化(1000年～1400年)

25.4×21×7.9cm

東海大学文明研究所所蔵: 11571-703



幾何学文様彩画海獣象形笛吹きコップ

ペルー南海岸 ワリ文化(後550年～900年)

19.4×22.4×10.7cm

東海大学文明研究所所蔵: 11571-695



上: 収蔵品番号 9983-173 の
3D プリント石膏半裁レプリカ

下: 収蔵品番号 11571-695
の 3D プリント石膏半裁レプリカ

制作は真世土氏による。



男性彩画把手付双胴壺

ペルー南高地

ワリ文化(後550年～900年)

19.4×22.4×10.7cm

東海大学文明研究所所蔵: 9983-173

2-1.シリコンレプリカによる布圧痕の分析―土器の製作過程を探る―

文明研究所ではアンデス・コレクションの各遺物の真贋裁定を試みていますが、2020年2月に立命館大学太平洋文明研究センターの市木尚利客員協力研究員に来学いただき、ワウラ文化を中心に検品を実施しました。ワウラ様式土器はペルーの中央北部海岸のワウラ川中下流域で、後9世紀から11世紀にかけて発達した土器様式です。鉢形（ケーロ形）がその代表的な器形となっています。検品中に市木研究員が鉢形土器の1点に布圧痕があることを確認しました。ワウラ様式土器の研究では、どのような技法や道具が使用されたか成形技法の解明は従来課題となっていました。そのため、栗野若枝技術員（イメージング研究センター）と吉田とともに2021年より布圧痕の詳細な調査分析に着手しました。

展示解説

土器製作過程において布を用いたか否か、またどのような織技法を用いた織物なのかを明らかにすることを目的に、収蔵品のワウラ様式土器33点の分析を実施しました。シリコンを使用し、土器の底部の布圧痕レプリカを作成し、そのレプリカを、光学顕微鏡（Nikon製SMZ-25）や走査電子顕微鏡（JEOL製JCM-6000Plus）で観察しました。さらにX線CTを使用し、成形痕の観察を実施しました。結果としては、鉢形土器（資料番号11571-652）の底部外面のみに3箇所程度の布圧痕が残っており、製作現場において、何らかの意図を持って布が利用されていたことが判明しました。布圧痕が底部外面に残存していたことから判断して、乾燥させるために粘土が比較的柔らかいうちに布の上に置かれたのかもしれない。さらにその布のレプリカの観察から織技法は「平織」で糸の撚りも「S撚り」であることが確認されました。

X線CTによって各ワウラ様式土器の器壁の断面画像の撮影も実施し、成形に関する分析も試みました。X線CT画像では、硬い物質はより白く空気に近い物質はより黒く映し出されます。パネルに掲載した断面画像から判断すると、各断面には接合によってできる空隙（黒色部分）がほぼ見られないことから、粘土紐を利用した技法が用いられたとは考えにくく、粘土塊から「手づくね」で成形された可能性が極めて高いことが確認されました。



ワウラ様式土器とナスカ文化の土器ならびに骨製縦笛の展示



コンドル彩画ケーロ型土器

ペルー中央海岸

ワウラ文化(後 800 年～1000 年)

19.1 × 15.6 × 15.1cm

東海大学文明研究所所蔵: 11571-652



擬人化された動物彩画ケーロ型土器

ペルー中央海岸

ワウラ文化(後 800 年～1000 年)

12.4 × 13.6 × 12.6cm

東海大学文明研究所所蔵: 11571-517



ワウラ様式土器となスカ文化の土器ならびに骨製縦笛の展示

2-2. X線 CT 撮影からの新展開－ナスカ文化の骨製縦笛の年代測定と形態研究－

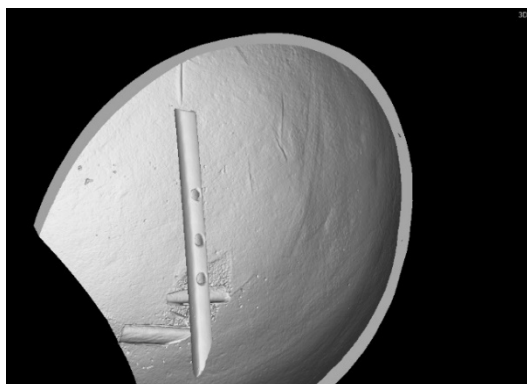
アンデスコレクションのウェブサイト公開前、ナスカ文化の土器（資料番号 11571-648）の X 線 CT 撮影が 2020 年 9 月に行われました。その際、土器内部に 3 つの音孔（穴）を持つ笛が発見されました。これを土器から取り出したところ、笛は骨製であることが推察されましたが、土器との関係を精査すべく骨の共同研究が開始されました。形態分類による素材の同定は北海道大学総合博物館の江田真毅教授が実施し、鳥類のウ科の尺骨である可能性が高いことを解き明かしました。さらに年代測定からは紀元後 130 年頃のものと同定し、土器と同じナスカ文化に属する笛であることがわかりました。また X 線 CT のデータを使用し、栗野若枝技術員（イメージング研究センター）の手により、データ上で大きな破片を接合し笛の復元が行われ、さらに株式会社アビスト海老名事業所によるスモーキング処理で最終的な 3D データと 3D レプリカが作成され、ナスカ文化の笛の音を再現することができました。今後は骨の DNA 分析を行い、種の特定を試みたいと考えています。

展示解説

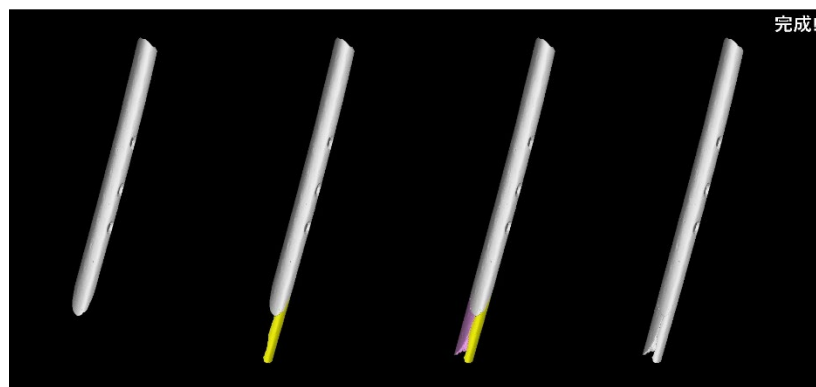
資料番号11571-648は、ナスカ文化に典型的な「橋型把手付双注口壺」です。器壁にはナスカで崇拝されていた豊穡神が描かれています。彩画様式から紀元前後～350年のナスカ前期に属するものと判断されました。X線CT撮影で土器内部に笛が確認された際には、ファイバースコープで内部の状況を撮影し、実物の確認も行いました。取り出し後まずは、株式会社加速器分析研究所に年代測定を依頼し、骨からコラーゲンを抽出し、放射性炭素年代測定を実施してもらいました。骨に含まれる窒素と炭素がともに高い値であるため、骨は海洋生態系の高次捕食者に由来する可能性が高まりました。海由来の同位体は重い同位体の割合が高いためデータを補正を行い、紀元後 130±20 年の遺物であることが確認されました。

形態分析による骨製縦笛の素材同定では、骨に残された特徴（両翼羽乳頭と栄養孔、筋間線的位置関係）から鳥類の右尺骨であると同定されました。さらに当該資料の形態的特徴を、北海道大学総合博物館の収蔵資料、川上和人氏および江田教授の個人標本の計 24 種類と比較し、検討を行いました。その結果、翼羽乳頭の走行と栄養孔の位置は、フラミンゴ科やヘビウ科の可能性も残されていますが、ウミウ標本とよく一致しました。また窒素と炭素の安定同位体比分析の結果から、骨は海鳥のウ科のものであることが支持されました。

骨笛3D再合成状況



骨製縦笛の検出状況



骨製縦笛の再合成過程（左から右へ）



骨製縦笛(ケーナ)

ペルー南海岸

ナスカ文化(紀元後 130 年頃)

約 10cm

東海大学文明研究所所蔵:11571-648B



農耕神彩画橋型把手付双注口壺

ペルー南海岸

ナスカ文化(紀元前後~800 年)

17.6 × 15.1 × 15.3cm

東海大学文明研究所所蔵:11571-648



骨製縦笛(レプリカ)

約 10cm

材質:アクリル樹脂

アジリスタ造形、

再現精度(積層ピッチ)15 μ (0.015mm)

東海大学文明研究所所蔵:TAC-R3P1

3. アンデスのガラスビーズ—その組成と製作方法の謎に迫る—

山花京子教授（文化社会学部アジア学科）は、2017年から文明研究所で「東海大学所蔵文化財の活用のための基盤整備」の研究プロジェクトのリーダーとして、率先してアンデスコレクション研究に携わってきました。特に専門のガラス研究からネックレスに使われるガラスビーズに注目し、東京電機大学や筑波大学の研究者と共同で組成分析を行い、本学の秋山泰伸教授（工学部応用工学科）と復元制作を行いました。先スペイン期のアンデスの人々は、ガラスやガラスの製造を知らなかったと一般的に考えられており、コレクションにあるこれらのガラスビーズは植民地時代にスペイン商人によって導入されたと推察されました。

展示解説

資料番号 11571-952 のネックレスには、合計で 133 個のガラス・石・貝製のビーズがあります。そのうち、特徴的な形を持つシェブロン玉 6 つと 3 つのヌエバ・カディス玉が確認されました。これらのビーズは、分類と編年が確立されているため、11571-952 のビーズは 15～17 世紀にイタリアのムラノ島で製造された可能性が高いことがわかりました。中にはムラノ島で作られた最初期のシェブロン玉もあり、新大陸に渡って現地の人たちとの交易に使われたと考えられます。

資料番号 11571-894 にはガラスビーズ 44 個と鍛造による金属玉 32 個が使われています。金属玉は銅と銀の合金の上に金が鍍金されており、アンデスの金属製ビーズの典型です。1つだけ鉛成分を多く含む鉛玉がありますが、他のガラスビーズは比較的最近になって作られたソーダ石灰ガラスであることがわかりました。ガラスビーズの芯の部分に赤い塗料のようなものが残っている玉や、ガラスの中に赤色が浮いているような玉は、現代の多くのトンボ玉の作り方とは異なり、銅芯にガラスを巻いて作ったのちに硝酸で芯を溶かしたものであることがわかりました。

資料番号 9983-198 のネックレスは成人用というよりは子供用のネックレス連です。合計 88 個のビーズのうち、大部分は濃緑色の炭酸銅製玉ですが、ガラス玉は 2 個、アメジスト玉 1 個、貝製玉が 6 個あります。ガラス玉はいずれも青色ですが、他の 2 連（11571-952 と 11571-894）とは成分が違うカリガラスで、製造地が異なることを示しています。



ネックレス

文化不詳

東海大学文明研究所所蔵:11571-894



ネックレス

文化不詳

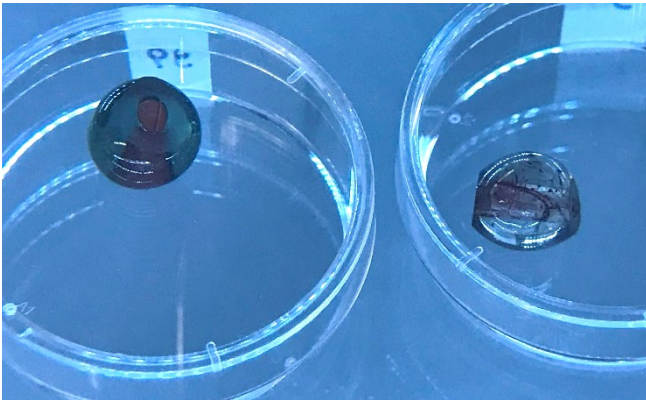
東海大学文明研究所所蔵:11571-952



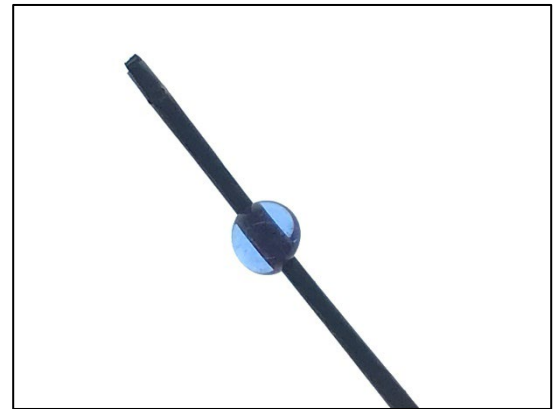
スポンディルス付き石製ビーズネックレス
ペルー北海岸 チムー文化? (850~1470年)
東海大学文明研究所所蔵: 9983-198



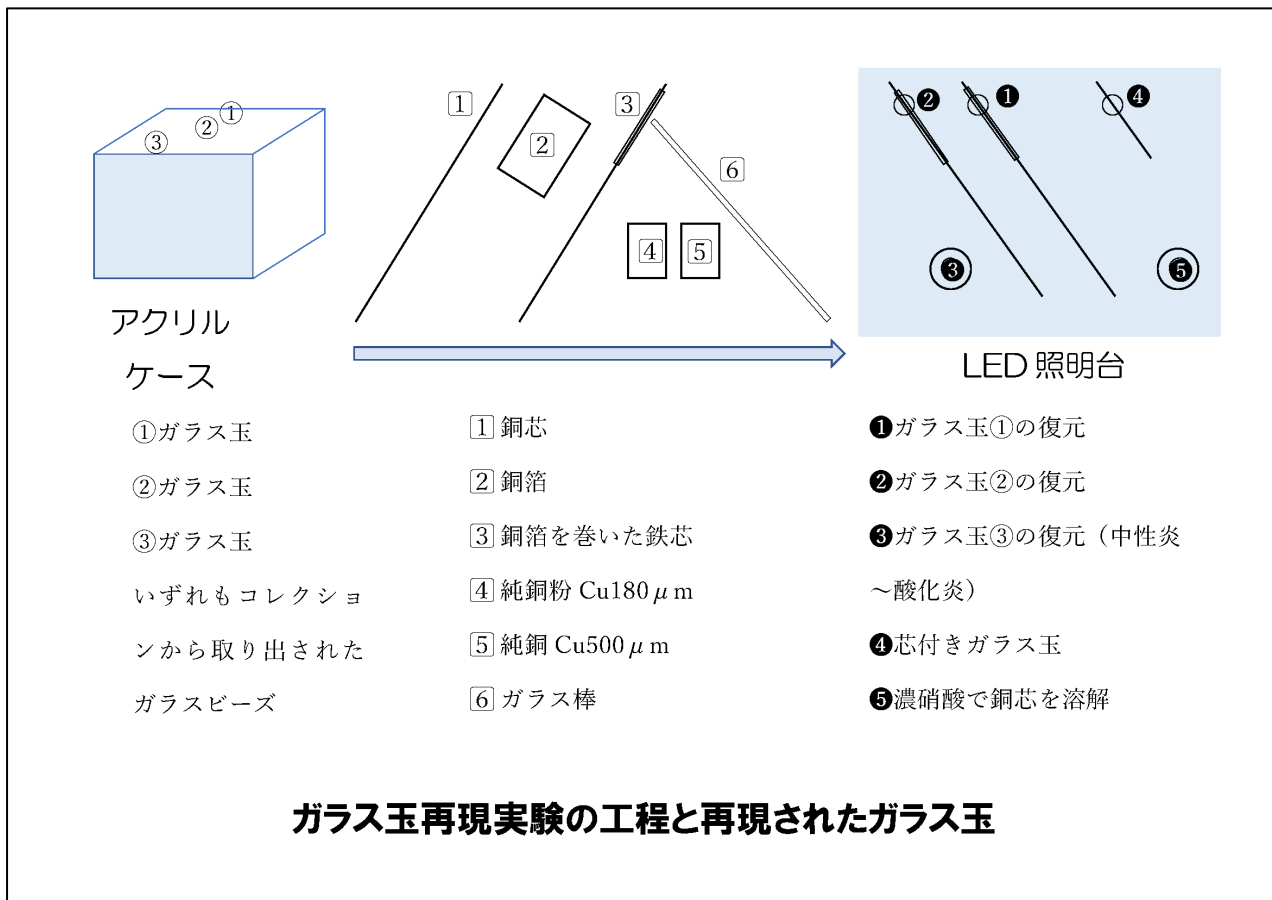
ガラスビーズの展示状況



オリジナルのガラスビーズ①②



再現されたガラスビーズ



4.土製 12 階パンパイプ (アンタラ)の音階解析

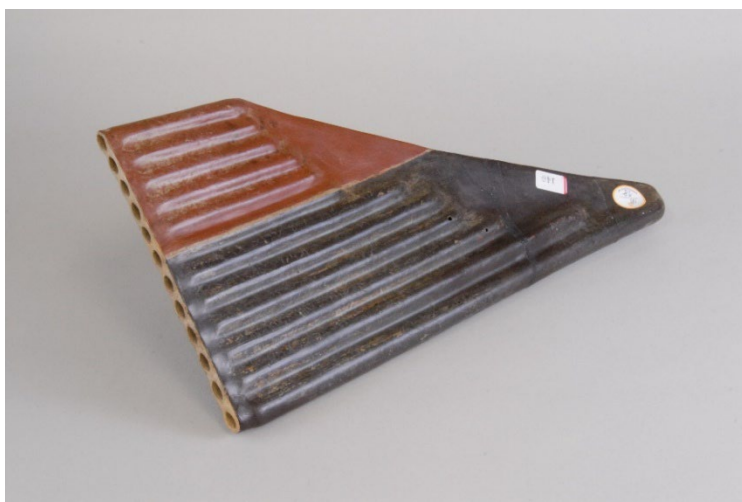
山花京子教授（文化社会学部アジア学科）と秋山泰伸教授（工学部応用工学科）は、ペルーのナスカ文化期（紀元後1～9世紀）の土製12階パンパイプ（アンタラ）をX線CTで撮影することでその構造を解析し、得られた3D情報を利用して樹脂製のレプリカを作製しました。喜多理王教授（理学部物理学科）のグループが、X線画像からパイプの内寸を計測し、閉管モデルを用いて共鳴周波数の算出すなわちパイプの構造から推定される理論的な音程を導きました。そしてレプリカを吹奏楽研究会の学生に演奏していただき、その演奏の録音音源を用いて周波数解析を実施し、樹脂製レプリカの各パイプの音程（共鳴周波数）を明らかにしました。

展示解説

展示した資料番9983-141は、長辺36cm、幅25cm、12本の長さが異なる管からなる土製パンパイプとその樹脂製レプリカです。X線CT（NIKON社製XT H225ST）を用いて土製パンパイプを撮影し、立体構造データを基に樹脂製レプリカを3Dプリンタで作製しました。

図1にX線CT像を示しました。外観から推測できるように12本のパイプから成り、各パイプの断面が円型であることがわかりました。開口部にはアンダーカット（先端部が細くなる）構造があります（図2）。また外から見ると開口部は円型ではなく楕円になっています。現代のフルートにも同様な構造があり音の出しやすさなどに関係しています。パンパイプの開口部の構造は、奏者が音を鳴らしやすくするための工夫なのかもしれません。

X線CT像を用いることで、非破壊で管の内側の寸法（長さや直径）を得ることができます。各パイプが鳴るときの音程は共鳴周波数を調べればわかりますので、パイプの形状とその寸法から理論的な共鳴周波数を推定しました。また、樹脂製レプリカは実際に吹くことができますので、録音した音源の解析から各パイプの共鳴周波数を実測（図3）し音階を調べました（表1）。現代音楽の平均律のような規則性が見いだせないのは当然と言えますが、このパンパイプで音楽を奏でたとしたらどのように聴こえたのでしょうか。ぜひ樹脂製レプリカの音を聴いてみてください。



土製 12 階パンパイプ

ペルー南海岸 ナスカ文化(紀元前後～800年)

35.9×2.1×17.4cm

東海大学文明研究所所蔵: 9983-141



YouTube サイト “ナスカ土製
十二階パンパイプ音声”

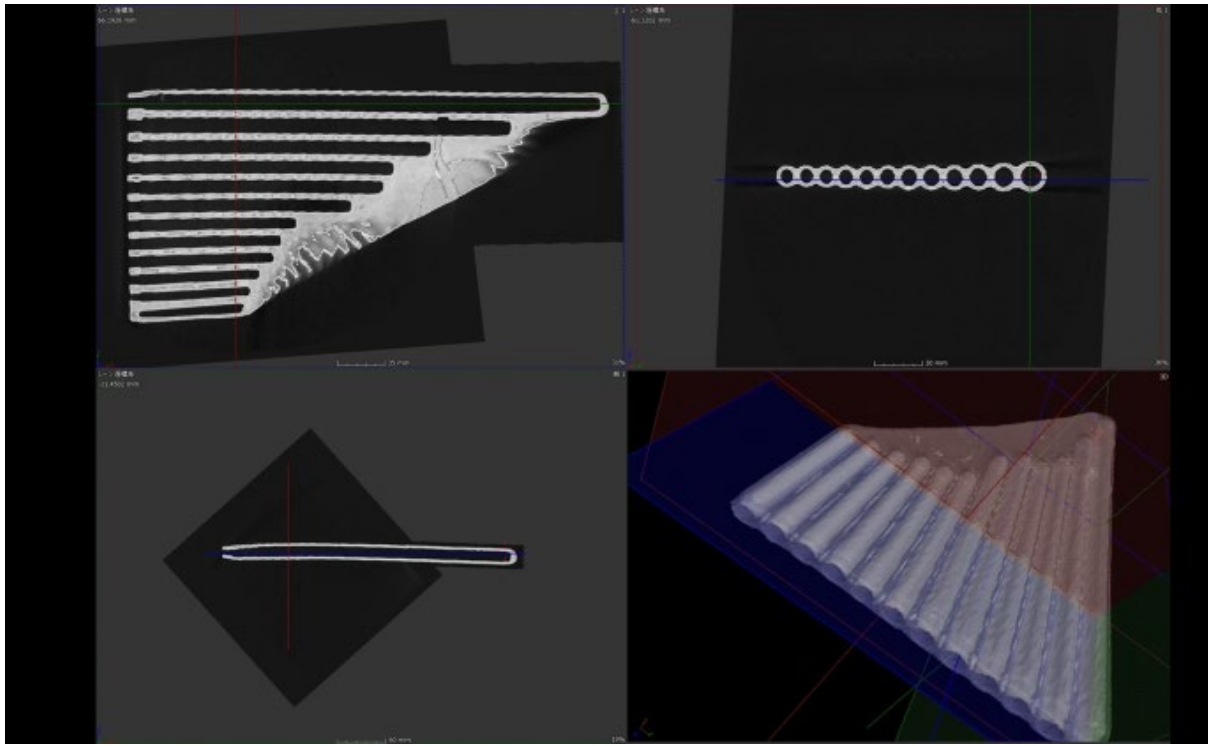


図1. X線 CT 画像

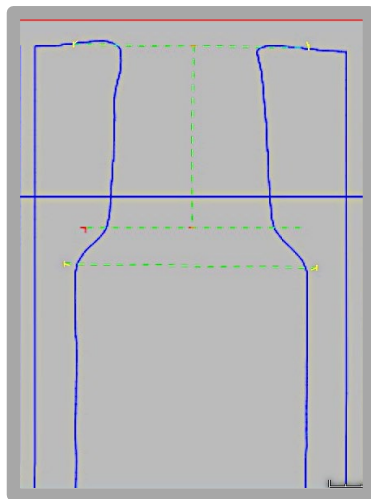


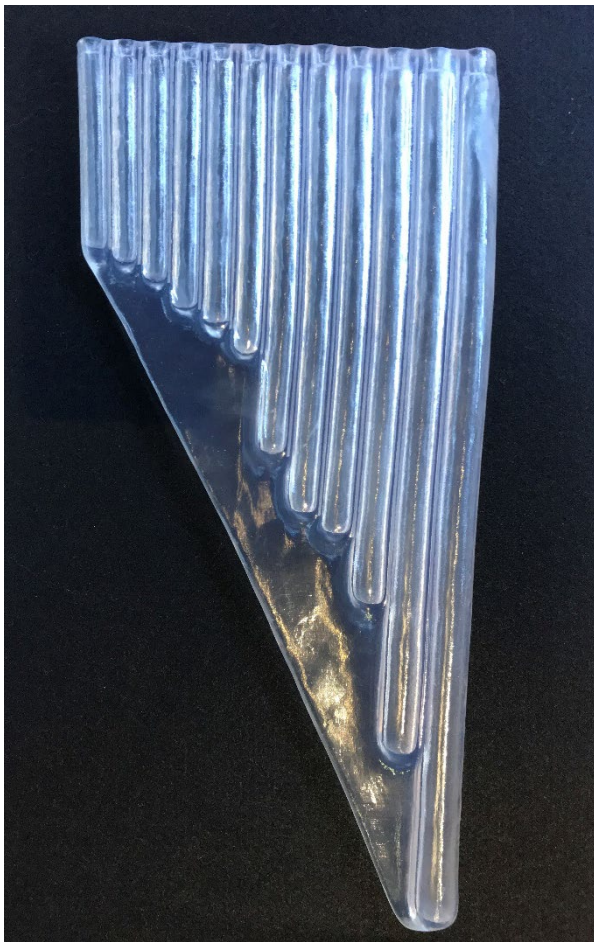
図2. 開口部の拡大図。アンダーカット（肩のような構造）がすべてのパイプに見つかりました。



図3. 樹脂製レプリカ（土製12階パンパイプ）の実演および録音の様子。

表 1. 樹脂製レプリカの共鳴周波数と音階。管番号は、最も長いパイプを 1 としている。

管番号	周波数 [Hz] (実測)	音階 (実測)	周波数 [Hz] (閉管 モデル)	音階 (閉管 モデル)	相対 誤差 [%]
1	220	ラ3	241.79	シ3	9.90
2	281	ド#4	299.96	レ4	6.75
3	352	ファ4	376.93	ファ#4	7.08
4	402	ソ4	429.42	ソ#4	6.82
5	418	ソ#4	447.24	ラ4	7.00
6	476	ラ#5	511.77	ド5	7.51
7	610	レ#5	677.25	ミ5	11.02
8	684	ファ5	748.04	ファ#5	9.36
9	717	ファ#5	782.10	ソ5	9.08
10	807	ソ#5	869.18	ラ5	7.71
11	866	ラ5	925.37	ラ#5	6.86
12	924	ラ#5	978.08	シ5	5.85



土製 12 階パンパイプ(レプリカ)

ペルー南海岸

ナスカ文化(紀元前後～800 年)

35.9 × 2.1 × 17.4cm

東海大学文明研究所所蔵:TAC-R3P2

5. 「アンデス・コレクション」ホームページの開設

文明研究所とマイクロ・ナノ研究開発センターでは、さらなる研究や教育への利活用のため収蔵品のデジタル・アーカイブ化に取り組み、2020年11月26日にウェブサイト「東海大学アンデス・コレクション」を公開しました。これは、2017年から実施された文明研究所のプロジェクト「東海大学所蔵文化財の活用のための基盤整備」の一環で実施されました。マイクロ・ナノ研究開発センターと共同で各種機材による資料の検品を行いつつ、資料公開に取り組んできました。サイトでは土器や布製品など約500点の画像を掲載し、アンデス各地で栄えた文化に触れるだけでなく、アンデス文明の概要解説や、研究活動・展示会情報などを紹介しています。知識循環型社会の社会基盤としてのデジタル・アーカイブを構築すべく、今も充実が図られています。

展示解説

コレクションのウェブサイトは、開設後、年2回のデータ追加を経て現在では500点を超えるコンテンツをご覧いただくことが可能です。公開前には、土器については原則、イメージング研究センターのX線CTで検品し、修復の有無や真贋裁定を実施しています。さらに約50点の遺物については、360度から観察できる動画やX線CTによる撮影動画、さらに音声データも掲載しており、研究機関による独自の視点でサイトの構築に努めています。展示遺物はトップ画面に表示される「星形人面羽根ポンチョ」(資料番号9983-261)と「羽飾り付ポンチョ」(資料番号11571-1062)で、いずれもナスカ文化(紀元後1~9世紀)に由来するとされています。熱帯雨林に生息するオウムやインコのものと思われるカラフルな羽根が生地に一本一本縫い付けられています。本企画展では画面の中で感じる事が難しいスケールを感じていただければ幸いです。



QRコード アンデス・コレクション HP



星形人面羽根ポンチョ

ペルー南海岸

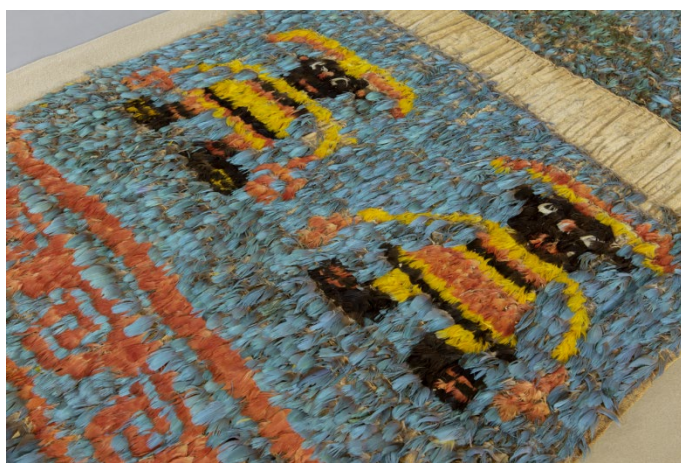
ナスカ文化(紀元前後~800年)

136×84cm

東海大学文明研究所所蔵:9983-261



(全体)



羽飾り付ポンチョ

ペルー南海岸

ナスカ文化(紀元前後～800年)

174×92cm

東海大学文明研究所所蔵:11571-1062

(部分)

6. 新たなアンデス・コレクション ―田牧陽一氏による寄贈品―

本学の卒業生である田牧陽一氏から 2022 年 6 月にアンデス文明に関する布製品 5 点の寄贈を受けました。田牧氏は 2021 年度に開催されたアンデス・コレクション研究懇談会の立て看板をご覧になったのがきっかけで、ご家族が仕事の関係で入手し、長い間自宅で保管されていた同資料の鑑定を文明研究所に依頼されました。最終的に研究や教育のため役立ててほしいというご要望で、東海大学にご恵贈いただけることになりました。ここに受け入れた 5 点を展示するとともに、謝意を表します。

展示解説

寄贈品は立派な額に収められており、今回はそのまま展示しています。資料のうち 1 点は、縞模様のほぼ完全な形の袋で、ほかにも幾何学模様が描かれた布や人面が描かれた布、帯状のものを貼り合わせた織物などで構成されています。人面の描かれたものにはワリ文化、2 点の袋状の遺物にはインカ文化とのメモが同梱されていました。他の 2 点は帯状の織物が裁断され、二つの額に分けて収められていますが、本来は一本の帯であったと考えられます。5 点中 3 点の年代測定を株式会社加速器分析研究所に依頼したところ、作成年代が明らかになりました。



ご自宅でコレクションを寄贈する本学卒業生田牧陽一氏(右)と吉田晃章(文学部文明学科)(左)

②織物(資料番号 TAC-002)

年代測定結果:紀元後約 1272 ~1305 年



① 織物(資料番号 TAC-001)

年代測定結果:紀元後約 1223~1276 年



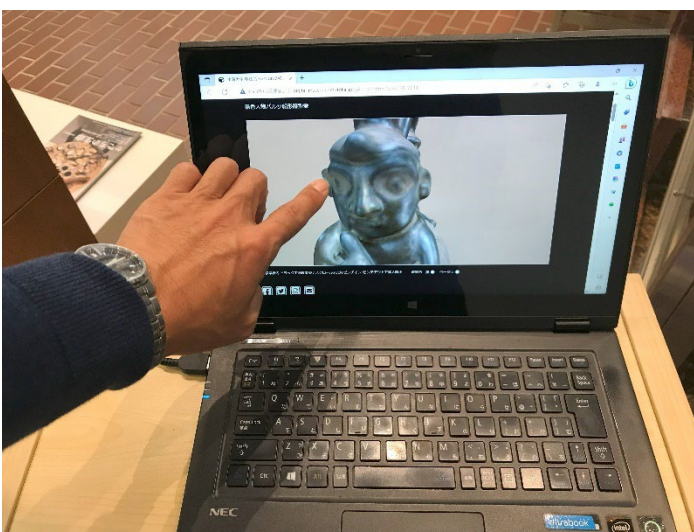
⑤織物(資料番号 TAC-005)

測定未実施



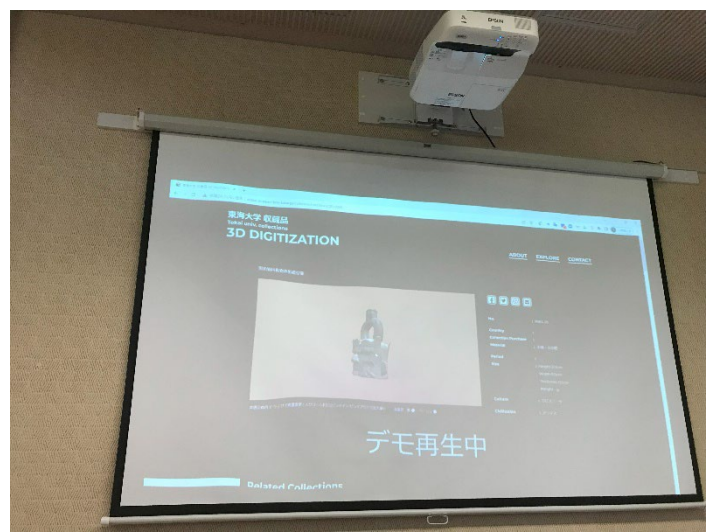
③、④織物(資料番号 TAC-003、004)

年代測定結果:紀元後約 601~ 658 年



「東海大学収蔵品3D Digitization」のWEB サイトで、タッチパネルを使用し操作して、観察している様子。

(右頁参照)



「東海大学収蔵品3D Digitization」のWEB サイトのでも映像がスクリーンに映写されている様子。

(右頁参照)

7. コレクションの3D 情報分析とデジタル・アーカイブ構築への取り組み

松前ひろみ助教（医学部医学科）らが取り組むプロジェクト「考古学コレクションと生物学情報を統合した東海大学デジタル博物館の基盤構築」で、人体計測が可能な3Dスキャナー装置を使用し、エジプト文明とアンデス文明の人面が表現された遺物（アンデス文明では土器）を中心に、3Dデータを取得しました。現在はアンデス土器の顔表現の豊かさについて分析を進めています。さらに3Dスキャンデータは、オンラインデータベースとして「東海大学収蔵品3D Digitization」で公開しました。

展示解説

松前ひろみ助教と今西規教授（医学部医学科）、山花教授、鴨下真由研究技術員は、東海大学総合研究機構のプロジェクトとして、東海大学が所蔵している『「アンデス先史文明に関する遺物（アンデス・コレクション）」および『古代エジプト及び中近東コレクション（エジプトコレクション）』の一部を3Dデータベース化し、「東海大学収蔵品3D Digitization」としてウェブ上で公開しました。現在、このサイトではアンデスのヒトや動物の顔を表現した土器38点、エジプトの木棺墓など3点の3Dデータが閲覧できます。

データベースでは、各文明ごとに、その遺物が見つかった文化名や、元の材質などの情報で3Dデータを検索できます。これらの3Dデータは、医学部で人体計測に用いられているハンディ型のレーザースキャナで遺物を撮影し、そのスキャン画像からコンピュータ上で3Dモデルを作成することで完成しました。データベース上では、各3Dモデルを、拡大・縮小したり、回転させて、好きな大きさや角度から鑑賞できます。また黒っぽい土器に黒い背景では見にくいこともあるため、3Dデータの背景色を黒とベージュの2色から選べます。どうぞ考古遺物の3Dの世界をお楽しみください。



QRコード

3D Digitization HP

今西規教授（医学部医学科）指導のもと、3D スキャンを行う野澤峻大さん（文化社会学部ヨーロッパ・アメリカ学科）

8. 「ともいきアート」と科研によるワークショップ

—地域連携と社会教育活動の実践—

松前記念館マネージャーである篠原聰准教授（ティーチングクオリフィケーションセンター）は神奈川県「ともいきアートサポート事業」の支援を受けて、障がいの程度や状態にかかわらず誰もが文化芸術を鑑賞、創作、発表する機会を創り出そうと、プロジェクトを実施してきました。また笛吹きボトルを作成するワークショップは、FLYING IMAGEの亀井岳代表と岡山県立大学の真世土マウ准教授が実施した経緯があったので、東海大学の笛吹きボトルの実物やレプリカを使用したプログラムを作成し、2021年度には平塚市内の神奈川県立平塚盲学校、2022年度には伊勢原市内の県立伊勢原養護学校で、「ともいきアート」のプロジェクトとして「笛吹きボトル制作ワークショップ」を実施しました。実施に当たっては国立民族学博物館の企画展「ユニバーサル・ミュージアム—さわる！“触”の大博覧会」を手掛けた広瀬浩二郎准教授（国立民族学博物館）、鶴見英成准教授（放送大学）、宮坂慎司助教（筑波大学）にもご協力をいただいています。これは時空を超えた異文化体験や、世界史、音楽、さらに造形芸術といった総合的学習にあたる充実したプログラムであり、評価を得ることができました。さらに研究成果を還元すべく、2022年度からは一部科学研究費補助金を使用しワークショップを行い、2022年10月からは筑波大学附属視覚特別支援学校でもワークショップを開催しています。

展示解説

展示した作品は、県立平塚盲学校ならびに伊勢原養護学校の生徒さんによる作品です。2023年からは筑波大学附属視覚特別支援学校の生徒の皆さんの作品も展示予定です。ご期待ください。なお、ビデオ映像によりワークショップの様子を紹介しておりますので、ぜひご覧ください。



ハンズ・オン展示コーナーに並ぶ神奈川県立伊勢原養護学校伊志田分教室生徒の作品とレプリカ（収蔵品番号 9983-173）。ボトルの中には水が入っていて音を奏することができます。



「ともいきアート」と科研によるワークショップの展示風景



神奈川県立伊勢原養護学校伊志田分教室生徒の作品

おわりに

東海大学アンデス・コレクションに関する文理融合研究の成果報告を、お楽しみいただきましたでしょうか。先端の科学技術を用い、古代アンデスの人々の技法や使用素材の解明、また彼らによって創り出された音の世界の追究は、いかがでしたでしょうか。アンデスの土器や織物の魅力だけでなく、研究の面白さも感じていただければ幸いです。

これまで研究に使用された東海大学アンデス・コレクションは、多数あるコレクションのごく一部です。その対象は主に土器や土製品となっています。金属製品や織物などはこれから研究対象としていきたいと思えます。今後も文理融合研究を通して、文明に関する新たな発見や謎の解明ができればと思っております。

また今後も東海大学のスケールメリットを十分に活かし、研究者の交流や共同研究が実現すれば、研究者の有機的つながりで生まれる化学反応がコレクション研究をさらに進展させてくれるものと期待しております。またコレクションは研究者同士のつながりだけでなく、教員と学生の関係においても、今や大きな役割を果たしています。大学教育において、今後さらにコレクションが活用されることも望まれます。また、本学が所蔵する文化財を広く公開し、開かれた大学として研究成果を地域社会の人々に継続して還元していかなければならないと考えています。

企画展「古代アンデスの音とカタチ」に、ご来場いただき誠にありがとうございました。

謝辞

この松前記念館リニューアルオープン第1回企画展「古代アンデスの音とカタチ —先端科学で解き明かす東海大学コレクション—」の開催にあたり、下記の皆様にご協力をいただきました。御礼申し上げます。また、この展示に使用した遺物の制作者は、名もなきアンデスの工人ですが、彼らの創意と工夫に敬意を表したいと思います。研究協力者ならびに展示協力者の方々にここに記して、御礼申し上げます。

研究協力ならびに展示協力者・団体

学外:市木尚利（立命館大学太平洋文明研究センター客員協力研究員）、

江田真毅（北海道大学総合博物館教授）、亀井岳（FLYING IMAGE映画監督）、鶴見英成（放送大学准教授）、広瀬浩二郎（国立民族学博物館准教授）、真世土マウ（岡山県立大学デザイン学部准教授）、田牧陽一（卒業生）

学内:田中彰吾（文明研究所所長・文学部）、喜多理王（マイクロ・ナノ研究開発センター所長・理学部物理学科）、山本和重（前文明研究所所長・文学部歴史学科日本史専攻）

秋山泰伸（工学部応用工学科）、栗野若枝（イメージング研究センター）、今西規（医学部医学科）、篠原總（松前記念館 MG、TQC）、松前ひろみ（医学部医学科）、山花京子（文化社会学部アジア学科）、鴨下真由（研究技術員）

小能治子、犬山尚樹、前田悟、福岡優斗、大内信之介、野澤峻大、澁谷有沙、朝野桜、中郡梨子、五十嶋みゆき

団体:株式会社ニコン、株式会社ニコンソリューションズ、株式会社日本加速器分析研究所、株式会社アビスト海老名事業所

東海大学吹奏楽部、2022年度「文明論の展開」履修学生

分析に使用した科学技術および機材

X線 CT (NIKON 製 XT H225ST)、卓上走査電子顕微鏡 (JEOL 製 JCM-6000Plus)、光学電子顕微鏡 (NIKON 製 SMZ-25)、3D スキャナー (Artec 社 LEO)、スペクトル解析 (SHUREPGA27-LC/ RolandRUBIX-22/Audacity)、放射性年代測定、3D プリンタ造形 (Z Printer/アジリスタ造形)、シリコンレプリカ作成 (圧痕レプリカ作成法)

※アジリスタ造形は株式会社アビスト製である。

バナー執筆者

(五十音順)

鴨下真由、喜多理王、篠原聰、松前ひろみ、水島久光、山花京子、吉田晃章



本企画展は日本学術振興会科学研究費補助金による「出ユーラシアの統合的人類史学」(研究代表者 松本直子) A02 班 心・身体・社会をつなぐアート公募研究「笛吹きボトルの構造研究と音響解析から探る古代アンデスの水に関わる世界観」(課題番号 22H04453: 研究代表者 吉田晃章) の研究成果を含むものである。

【保存用展示図録】

監修・編集 吉田晃章 (東海大学文学部文明学科准教授・
文明研究所所員・マイクロ・ナノ研究開発センター研究員)

第1刷 100部 2024年3月31日発行

印刷・製本 株式会社プリコ

改訂 PDF版 2024年10月31日改訂

〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1



古代アンデスの

音とカタチ

— 先端科学で解き明かす東海大学コレクション —



科研費

KAKENHI

本企画展は日本学術振興会科学研究費補助金による新学術領域研究（研究領域提案型）「出ユーラシアの統合的人類学」の公募研究「笛吹きボトルの構造研究と音響解析から探る古代アンデスの水に関わる世界観」（課題番号22H04453）の研究成果を含むものである。

水や空気を入れると音が鳴る動物や人をかたどった「笛吹きボトル」、鳥の骨で作った笛、極彩色の鳥の羽で作ったポンチョ——。古代アンデスの生活を彩ったこうした遺物の多くは、作り方や実際に奏でた音など、そのほとんどが謎に包まれています。東海大学文明研究所とマイクロ・ナノ研究開発センターでは2017年から、各地で活躍する気鋭の研究者と連携しながら考古学・物理学・画像工学・情報科学などの英知を結集した文理融合型研究を実施し、この謎の解明に挑んできました。

今回の展示会では、これまでの研究の成果を紹介。東海大学「アンデスコレクション」※所蔵資料の中から、「笛吹きボトル」やそのレプリカ、研究によって明らかになった「土器の奏でる音」を展示するほか、レプリカを実際に手に取り、音を楽しめる「ハンズオン展示」も実施します。そのほかにも、ナスカ文化の骨製縦笛やガラス球に関する研究、資料のデジタルアーカイブとオンラインミュージアム、研究成果を活用した地域連携活動の成果、今年度新たに寄贈を受けた布製品などを紹介します。

※紀元前14世紀から紀元後16世紀までの長期にわたって南米で発展した「アンデス文明」において、制作された土器や布製品など約1900点で構成されており、国内有数の規模を誇っています。

- 【 主 催 】 東海大学文明研究所 東海大学マイクロ・ナノ研究開発センター
- 【 会 期 】 2022年11月1日(火)～2023年5月24日(水)
- 【 休 館 日 】 日曜日、祝日、大学の特別な休日は開館
- 【 時 間 】 10:00～17:00 (入館は16:30まで)
- 【 入 場 料 】 無料
- 【 会 場 】 湘南キャンパス松前記念館(歴史と未来の博物館)
(平塚市北金目4丁目1番1号)
- 【 交 通 】 小田急線(新宿より快速急行約60分、小田原より約25分)「東海大学前」駅下車徒歩約15分、または『秦野駅行き』『下大槻団地行き』バス(約5分)で「東海大学北門」下車すぐ。またはJR東海道線「平塚」駅下車『東海大学行き』または『秦野駅行き』バス(約30分)で「東海大学正門前」下車徒歩約5分
https://www.u-tokai.ac.jp/info/traffic_map/index.html#shonan
- 【お問合せ】 松前記念館(東海大学 歴史と未来の博物館)
TEL:0463-58-1211(代表)



地図はこちら

Information



東海大学アンデスコレクションウェブサイト公開中です。

<https://andes.civilization.u-tokai.ac.jp>

コレクションのうちえりすぐりの資料を公開。

遺物のX線CT画像や3D画像などもお楽しみいただけます。

※資料検索画面で「X線」「3D」などのキーワードを入力すると、X線CT画像や3D画像が一覧でご覧になれます。



スマートフォンでも
快適に!