

ペルー共和国, クントゥル・ワシ遺跡から出土した遺物の科学的調査

平尾良光¹⁾・大西純子¹⁾・大貫良夫²⁾・加藤泰建³⁾

1. はじめに

南アメリカ・ペルー共和国の古代文化発掘のために、1988年から1990年まで文部省科学研究費の援助により、東京大学古代アンデス文明調査団が東京大学教養学部文化人類学教室の大貫良夫のもとに組織され、南アメリカ、ペルーのクントゥル・ワシ遺跡の発掘が行われた。遺跡の年代は後述のように紀元前200～1000年と推定され、アンデス文明形成期に属する古い文化である。発掘により、数多くの遺物が出土し、ペルーを初めとする古代南アメリカにおける文明の発展段階に関して一つの手がかりを与えることができた。出土品中の大きな冠2種など数々の金製品は、質、量ともに考古学者の手で考古学的な情報と共に発掘された南アメリカで最古の金製遺物であるとされている（大貫：1990；1991）。

金製品の純度や微量元素含量、あるいは硬さ、厚さ、表面状態などの自然科学的な情報は今までの遺物の形や文様、出土状況といった考古学的な考察からだけでは分からなかった新しい側面を提供してくれる。しかしながら、古代ペルーの金製品に関する科学的な調査は今まで全くされていないので、今回発掘された金製品に関してこれらの情報を得ることは有意義である。科学的分析法としては、資料が金製品であるため、資料を破壊せずに測定できることが望ましい。そこで非破壊蛍光X線分析法により、化学元素組成についての情報を得ることが現在のところ最善であると判断した。これら金属製品と共に土製レリーフが1体発掘されており、彩色されている。この彩色材料として、どのような顔料が用いられているかは他の文明との比較において興味ある問題である。そこでこの顔料物質が何であるかを同定するために、微小試料X線回折分析法を適用した。

なおこれらの測定は資料が1992年にペルーから日本へ運ばれ、考古学的に調査、公開された折に行われた。

2. 資 料

2-1. 資料の説明

クントゥル・ワシ遺跡から出土した遺物の中で、今回測定した資料は金属製品12件、人骨資料1件、

1) 東京国立文化財研究所保存科学部：110 東京都台東区上野公園13-27

2) 東京大学教養学部文化人類学：153 東京都目黒区駒場3-81-1

3) 埼玉大学教養学部文化人類学：338 埼玉県浦和市下大久保255

彩色土製レリーフ1体であった。金属製品は6基の墓から出土した金製資料が10件16点と、銅製資料が2件2点であった。ただし、似たような飾り金具などで複数ある場合はこれらを1件1点とした。10件の金製資料の中には大きさが約20cm×50cmの冠が2件含まれる。大きな資料でも1件、1カ所を測定した。一つの資料が部分の集合体で構成されている場合はできるだけ各部分を測定することとした。第2号墓から出土した人骨には赤い付着物があった。また、第5号墓周辺で壁画の破片と共に建物の壁を装飾していたと推測される土製レリーフ1体2点（頭部と体部分とが分離していた）がうつ伏せの状態で発掘された。これには6種類の彩色が現在区別できるのでこれらの彩色材料について分析した。これら資料の写真は今までに報告（毎日グラフ：1989；東京大学古代アンデス文明調査団：1992）されているが、主要な金属資料については写真1～8で示し、彩色土製レリーフは写真9で示した。

金製品は表面の色からすると、純金よりかなり白く感じられた。そこでこれらの資料が金と銀の合金であると推定して、その銀濃度を求めた。またその他にどのような不純物元素が含まれているかを定性的に判断しようとした。これらの情報は金および銀の精錬・製造技術に関係すると考えられる。

銅製品は純銅、または青銅（銅とスズの合金）の判別、あるいはこれらに鉛が意識的にどれだけ加えられているかに注目した。これらの元素含量は当時における冶金技術の程度を判断するうえで重要である。

人骨資料には赤い付着物がある。この人骨の部位は定かではなく、他の骨部分との連絡がわからない部分である。遺体が出土した時に、その頭部附近に赤い塗料が多量に確認された。今回の骨に付着していた赤い物質はこの赤色塗料と同一物質で、水銀朱と推定されている。そこでこれを確かめることが大切であると判断した。

彩色土製レリーフは高さ約70cm、幅約20cmの大きさに、焼成されておらず、壊れやすい状態である。レリーフ像全体に彩色顔料が載っている。現在では髪の毛が桃色、“ヘアバンド”が黄色、目が黒色、唇が鮮やかな赤色、肌がくすんだ赤色、胸あたりの衣服が緑色となっている。そこでこれら顔料としてどのような化学物質が用いられているかは興味ある問題なので、X線回折分析法により顔料の化学組成に関する情報を得ようとした。

2-2. 遺跡の説明

クントゥル・ワシ遺跡はペルー北部、アンデス山脈の西斜面にあり、海拔2250メートルの山の上にある。遺跡は山頂に北を正面として、南北140メートル、東西100メートル、高さ9メートルの整形された基壇とその上に構築された石造建物から成る。遺跡には合計9個の墓があり、人骨7体分および金、銅、貝、骨、石、土製の装飾品や彫刻品、各種土器など多数の遺物が発掘された。また石彫が今回3件発見され、全部で10数件となった。

これらの発掘遺物の解析の結果、この遺跡には少なくとも3時期に区分される神殿建築が重なっていることがわかった。遺跡の年代は土器、石彫の文様、石壁の組上げ形式からの類推および放射性炭

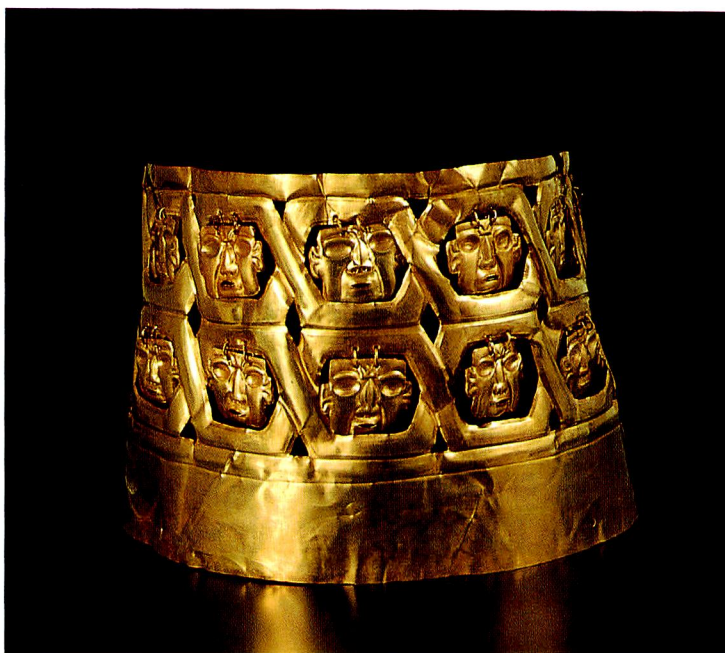


写真1 5面ジャガーの金冠 大きさ：48×13.5cm

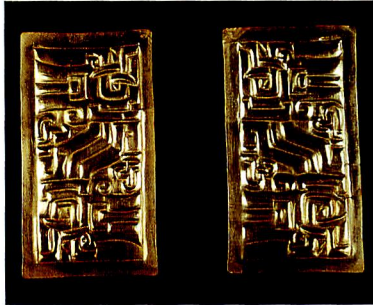
写真2 14人面の金冠 大きさ：46.5×18cm

Photo.1 Gold crown of 5 jaguar faces. Scale: 48×13.5cm

Photo.2 Gold crown of 14 human faces. Scale: 46.5×18cm



3



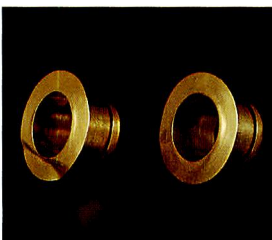
4



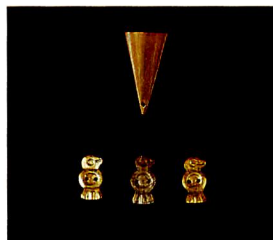
5



9



6



7



8

写真3 蛇目・角目ジャガー金製胸飾り 大きさ：17.5×16cm 写真4 横顔ジャガーA, B金製板状胸飾り(2枚1対) 大きさ：A：18×9.5cm 写真5 ジャガー・双子金製胸飾り 大きさ：21×14cm 写真6 金製耳飾り(1対) 大きさ：7×3.5cm 2個 写真7 金製円錐形垂飾と金銀製鳥形飾り(3点) 大きさ：円錐垂飾2.2×3.5cm 鳥形飾り2.4×1.2cm(3点) 写真8 銅製円盤(完形) 大きさ：直径7.4cm 写真9 彩色土製レリーフ 大きさ：頭部25×22×14cm, 胴体部48.5×23.5×16cm

Photo.3 Gold accessory of snake and rectangular eyes jaguar. Scale: 17.5×16cm Photo.4 One pair of gold accessories of side face jaguar. Scale: 18×9.5cm Photo.5 Gold accessory of two jaguar faces. Scale: 21×14cm Photo.6 Gold ear accessory (one pair). Scale: 7×3.5cm Photo.7 Gold corn shape accessory and bird shape 3 pendants made of gold and silver. Scale: Corn shape 2.2×3.5cm, Bird shape 2.4×1.2cm Photo.8 Copper disc. Scale: 7.4cm diameter Photo.9 Colored soil relief. Scale: Head 25×22×14cm, Body 48.5×23.5×16cm

素による年代測定から、紀元前1000年頃から前200年頃と推定されている。この時期はアンデス文明の形成期といわれており、アンデス地域の人口が増加し、新しい生産形態、社会体制を模索していた時代と理解されている。

クントウル・ワシ地方に人間が定住したのは紀元前1500～1300年で小規模な神殿を築いた。この時期をラ・コンガ期といい、土器を作り、農業を営んだ。次に紀元前1000年頃から今までとは異なった文化を持った人々が定住した。この時期はイドロ期と呼ばれ、クントウル・ワシの山上に最初の神殿を築いた。これはアンデス高地系文化の影響下に造られたと見られている。その後、紀元前700年頃、新しい宗教建築に代わって、壮麗な神殿が造られた（クントウル・ワシ期）。墓から出土した金製品や土器はペルー北海岸のクピスニケ文化に類似しており、石彫は約500キロメートル南方のチャビン・デ・ワントル文化のものと類似性がある。そして次のコパ期まで神殿活動が続いたのち、紀元前200年頃ライソン文化を持った集団によって徹底的に破壊された。クントウル・ワシには海岸の文化、高地系の南北の文化が交錯しており、文化の変遷と編年とに関する解析はこれからの発掘の主要テーマのひとつであろう。

3. 測定方法

18点の金属資料の化学組成を非破壊的に分析する方法として、現在のところ蛍光X線分析法が最も優れていると判断した。また約0.1mm程度の顔料資料7点の化学構造式を判断する方法として、微小試料X線回折装置の方が電子線マイクロアナライザーよりも簡便でかつ正確であると判断したので、これらの方法により分析を進めることとした。

3・1 蛍光X線分析

3・1-1. 分析法

本測定に用いた蛍光X線分析装置は、フィリップス社製PW1404LS型の波長分散型蛍光X線分析装置である。機器の資料測定室は幅80cm、奥行60cm、高さ60cmの大きさであり、この室内に入る大きさの資料であればそのまま測定できる。測定は資料測定室底面の直径約1cmの円内で行われる。またテレビカメラが資料室内部に設置されており、測定部分の位置決定、測定中の変化を観察、ポラロイド写真による記録を残すことができる。一次X線を試料に照射し、試料から発生した二次X線（試料を構成する元素から放出された特性X線）エネルギーの違いをフッ化リチウムの結晶で波長に変換して角度分散させる。スペクトルとなった二次X線の分散角度に対応するそれぞれの強度を、ガスフローおよびシンチレーションカウンターの併用で反射角度（ 2θ ）毎に測定する。

機器の使用条件はスカンジウムをターゲットとしたX線発生管球を用い、使用電圧・電流を60kV・50mAとして、一次X線を発生させた。この条件で資料表面の深さにして約10 μ mまでの元素に関する情報を得ることができる。約25分かけて、角度10度から60度までの反射角度（ 2θ ）を走査し、二次X線のスペクトル強度を測定した。得られたスペクトル図から特性X線の反射位置（角度）と強度（X

線の量)を計算し、元素の種類と量に関する情報を得た。

金と銀の濃度に関して定量的な取り扱いが出来るように、金一銀濃度が既知の標準試料を4種類測定して、金一銀濃度とX線強度を比較した。銀の濃度とX線強度比との関係式(検量線)を図1のように作成した。図ではX軸を銀の重量濃度(%)とし、Y軸をこれらに対する蛍光X線の強度比として示した。この図を用いて、実際試料の銀濃度を蛍光X線強度比から算出した。なお蛍光X線強度比のバラツキはかなり大きく5~10%に達する場合もある。

3・1-2. 測定

金属資料を分析器の試料室に設置し、測定場所をテレビカメラで確認し、ポラロイド写真で測定部分の詳細な記録を残した。その後、X線を照射し、二次X線の分散角度(2θ)で 10° から 60° までを25分かけて走査し、得られたX線スペクトルのピーク位置から元素の種類、強度から濃度に関する情報を得た。

3・1-3. 結果

この方法で分析した試料のうち、代表例として4試料のスペクトルを図2~5で示した。また測定した金属試料の蛍光X線測定結果を表1で示し、銅製試料の結果を表2で示した。測定部位の説明と簡単な測定に関する考察を表3で示した。

3・1-4. 考察

表1で示されるようにこれら金製品の主成分は金と銀の合金であった。かなり銀の濃度が高く、純金(金95%以上)と思われる資料はなかった。また不純物元素が極めて少なく、少量の銅と鉄が含まれているにすぎない。これらの元素濃度は蛍光X線強度から判断して、人為的に加えているとは考えられず、金あるいは銀の不純物として混入してきたと考える方が無理がない。地球化学的な判断からすると銀鉱石の生成時、あるいは人間による銀の精錬過程で銀と挙動を共にする可能性のある亜鉛、アンチモン、スズ、鉛、ニッケル、ヒ素などの元素は本測定の検出限界以下であった。それ故、紀元前500から1000年頃という古い時代に純度のかかなり高い金と銀が存在していたことから、当時の冶金技術を考慮すると、金は砂金、銀は自然銀を直接利用していたのではないかと推測される。

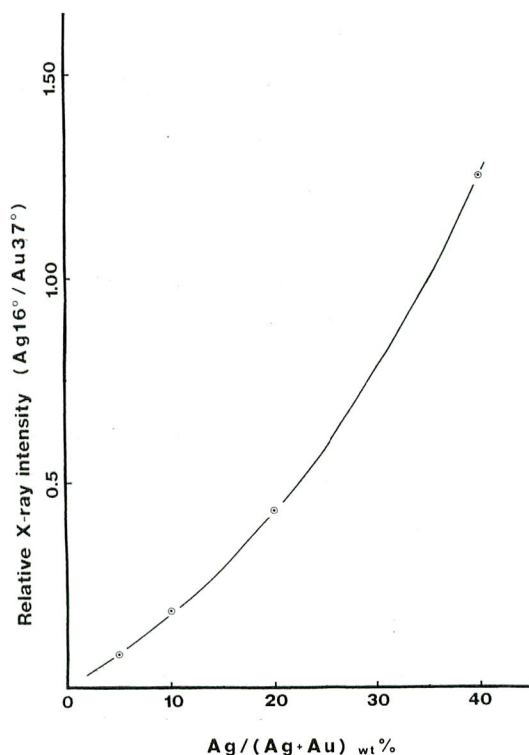


図1 蛍光X線法による金中の銀濃度の検量線
Fig. 1 Calibration curve of silver concentration in gold by X-ray fluorescence method.

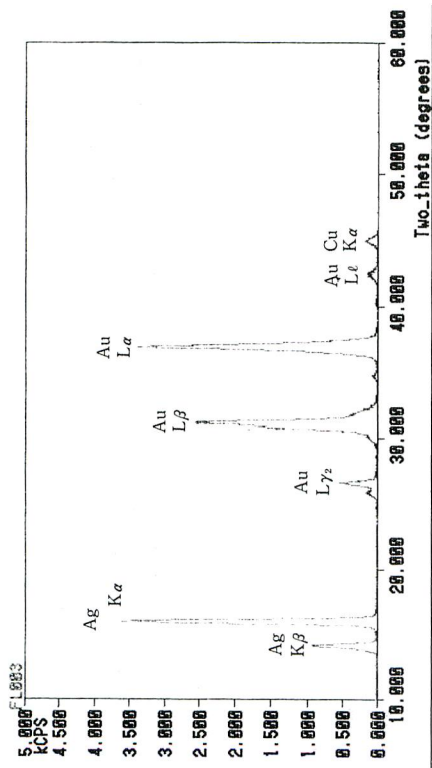


図2 5面ジャガー金冠資料の蛍光X線スペクトル

Fig. 2 X-ray fluorescence spectra of 5 jaguar faces gold crown.

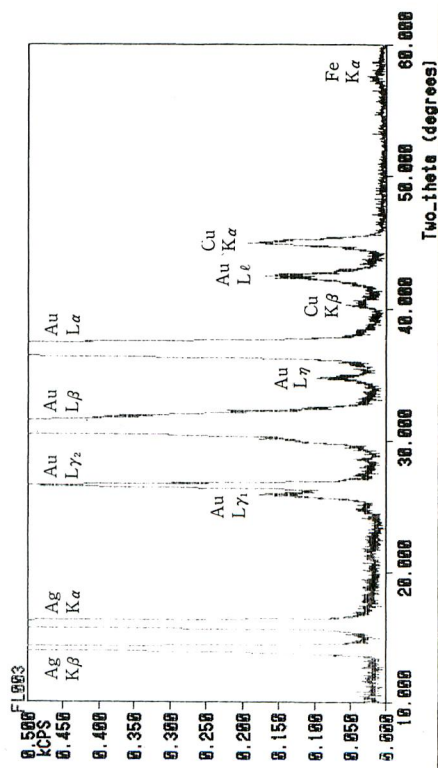
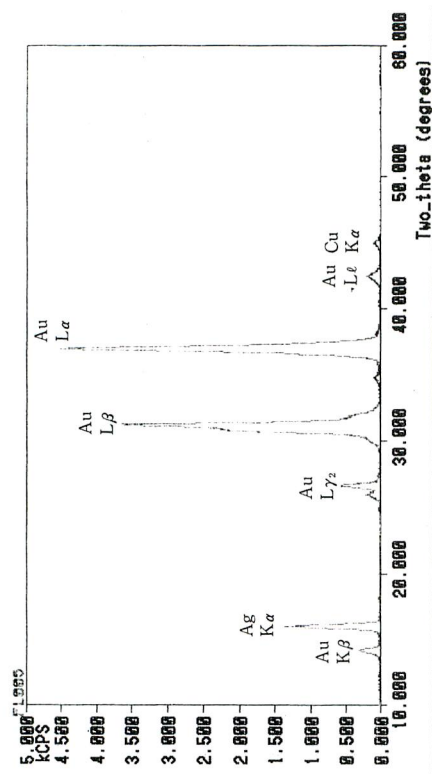


図3 14人面金冠資料の蛍光X線スペクトル

Fig. 3 X-ray fluorescence spectra of 14 human faces gold crown.



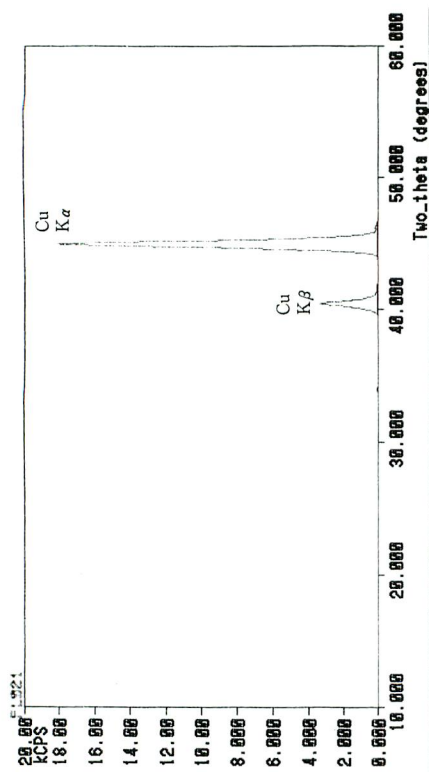


図 5 銅製円盤の蛍光 X 線スペクトル

Fig. 5 X-ray fluorescence spectra of a copper disc.

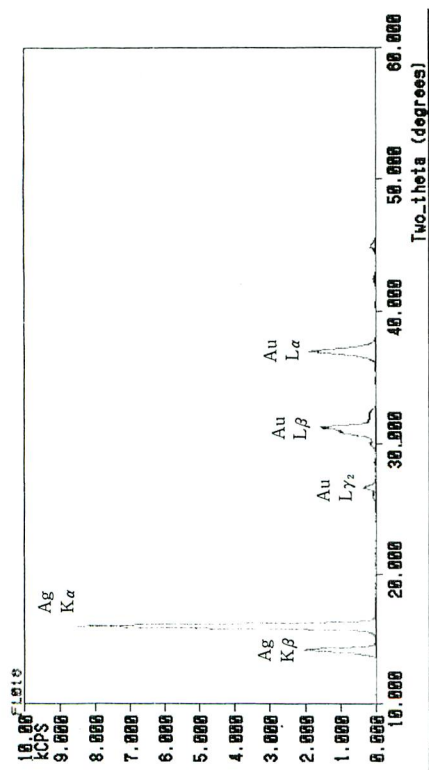


図 4 鳥型銀製ペンダントの蛍光 X 線スペクトル

Fig. 4 X-ray fluorescence spectra of a bird shape silver pendant.

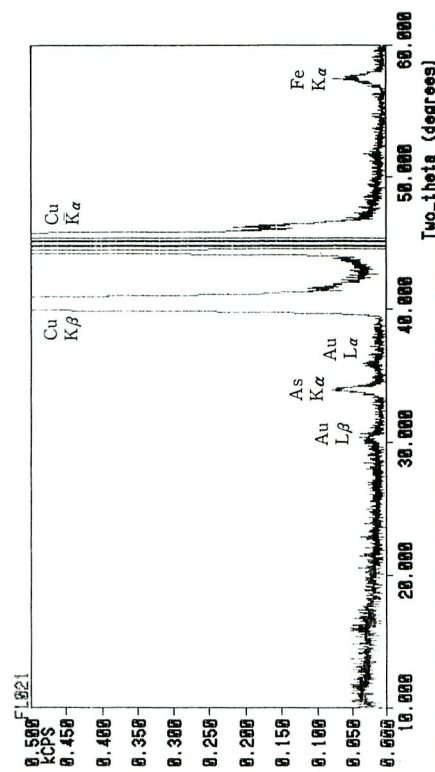


表1 金製品の蛍光X線スペクトルの強度比 [金 (37°)=100とする]

Table 1 Relative X-ray fluorescence spectral line intensities of elements in gold samples. [Gold (37°)=100]

資料名称	蛍光X線 測定番号	蛍光X線強度比				銀濃度 (%)	金の強度 (カウント/秒)
		Ag (16°)	Au (37°)	Cu (45°)	Fe (58°)		
15面ジャガー本体①	FL003	110	100	4.6	+	37	3300
25面ジャガー破片②	FL016	110	100	4.7	+	37	3600
314人面顔①	FL004	29	100	1.7	+	15	4200
414人面本体②	FL005	29	100	1.5	0.6	15	4500
5蛇目ジャガー胸飾	FL007	56	100	2.5	+	24	3900
6横顔ジャガー胸飾A	FL008	55	100	2.1	+	24	4000
7横顔ジャガー胸飾B	FL009	67	100	2.9	+	27	4200
8ジャガー双子本体①	FL012	48	100	1.6	+	21	4400
9ジャガー双子垂飾②	FL013	59	100	2.7	+	25	3900
10耳飾A No.301	FL014	110	100	7.2	+	37	3500
11耳飾B No.302	FL015	100	100	8.3	+	35	3900
12鳥形金飾A	FL017	18	100	+	+	10	4100
13鳥形銀飾B	FL018	450	100	12	—	70*	2000
14円錐形垂飾	FL010	44	100	6.0	0.5	21	4500
15小型リング	FL011	17	100	+	—	9	2000
16金飾破片	FL019	50	100	8.3	0.6	22	3800

FL 当研究室における蛍光X線測定番号

①, ② 同一資料で測定部位が異なることを示す

A B 同一名称の異なる資料を示す

* 推定値

+ X線のピーク強度比が0.1以下

— 元素が検出できなかったことを表わす

表2 銅製品の蛍光X線スペクトルの強度比 [銅 (45°)=100とする]

Table 2 Relative X-ray fluorescence spectral line intensities of elements in copper samples. [Copper (45°)=100]

資料名称	蛍光X線測定番号	蛍光X線強度比							銅の強度 (カウント/秒)
		Sn (14°)	Pb (28°)	Cu (45°)	Ag (16°)	As (34°)	Zn (42°)	Fe (58°)	
17	銅製円盤破片	FL020	—	100	—	0.1	—	0.4	17000
18	銅製円盤完形	FL021	—	100	0.1	0.2	0.1	0.2	18000

FL 当研究室における蛍光X線測定番号

— 元素が検出できなかったことを表わす

表3 蛍光X線で測定した金属製品の部位説明と所見

Table 3 Explanation and result of metal objects measured by X-ray fluorescence method.

番号	資 料 名	蛍光X線 測定番号	資 料 測 定 場 所	測 定 結 果 お よ び 所 見
1	5面ジャガー の金冠①本体 第2号墓	FL003	中央のジャガーの向 かって左枠中央部分 (写真1)	銅が不純物程度含まれる。銀以外にスズ、鉛、ヒ素、 亜鉛、鉄などの他金属は見えない。(図2)
2	5面ジャガー の金冠② 破片 第2号墓	FL016	表面中央。「(1)5面ジ ャガーの金冠①」と 同一資料と思われる 三角形の切断破片。 この破片の中央部分。	銅が不純物程度含まれる。鉄はほとんど見えない。 他金属は見えない。この試料の銀濃度は37%で、「(1) 5面ジャガーの金冠①」と良く似ている。
3	14人面金冠① 顔の1つ 第1号墓	FL004	14人の顔の一つ。正 面向かって左端から 3番目上段の顔の右 頬。(写真2)	銅が不純物程度含まれる。鉄が少量見られる。スズ、 ヒ素、亜鉛、鉛などの金属は見えない。
4	14人面金冠② 本体 第1号墓	FL005	本体金属部分。 「(3)14人面金冠①」 と同一資料で、14人 面金冠の正面右側3 番目の人面の下で金 本体の金属部分 (写真2)	銅が不純物程度含まれる。鉄はほとんど見えない。 他の金属も見えない。「(3)14人面金冠①」と銀濃度が 良く似ている。色味は5面ジャガーの金冠よりも黄 金色が強く、銀濃度の影響がそのまま反映したと考 えられる。(図3)
5	蛇目・角目ジ ャガー金製胸 飾り 第2号墓	FL007	飾り板右下部表面 (写真3)	銅が不純物程度含まれる。鉄、その他の金属は見え ない。
6	横顔ジャガー A 金製板状 胸飾り 第2号墓	FL008	飾り板中央表面 (写真4)	銅が不純物程度含まれる。鉄、その他の金属は見え ない。
7	横顔ジャガー B 金製板状 胸飾り 第2号墓	FL009	飾り板表面中央。 「(6)横顔ジャガー A」と良く似た資料 であるが個体は異な る。良く似た一対の 資料と見られる。	鉄その他の金属は見えない。銀濃度は「(6)横顔ジャ ガーA」と少々異なるように見えるが、試料中の銀 濃度のばらつき、機器の誤差かもしれない。銅が不 純物程度含まれる。
8	ジャガー・双 子金製胸飾り ① 本体 第2号墓	FL012	本体中央表面。 (写真5)	銅がわずかに見える。鉄はほとんど見えない。ヒ素、 鉛、亜鉛などの他金属は見えない。
9	ジャガー・双 子金製胸飾り ② 垂飾 第2号墓	FL013	本体中央。「(8)ジャ ガー・双子金製胸飾り ①」と同一資料で、 構成部分が異なる。	銅が不純物程度含まれる。鉄はわずかに見える程度。 他の金属は見えない。

表3 蛍光X線で測定した金属製品の部位説明と所見(続き)

Table 3 Explanation and result of metal objects measured by X-ray fluorescence method. (continue)

番号	資 料 名	蛍光X線 測定番号	資 料 測 定 場 所	測 定 結 果 お よ び 所 見
10	金製耳飾り A, No. 301 第 3 号墓	FL014	耳飾りの底部。 (写真 6)	銅と金の比は約1/10で比較的銅が強い。鉄はわずかに見える。
11	金製耳飾り B, No. 302 第 3 号墓	FL015	耳飾りの底部。 「(10)」と一対をなす 資料 (写真 6)	銅と金の比は約1/10で比較的銅が強い。鉄は微量ある「(10)金製耳飾り No. 301」と同一であり、ほぼ類似した合金である。
12	鳥形金銀製飾り 3 点 うち 金の鳥 第 4 号墓	FL017	嘴が少し斜上を向いている鳥の中央 (写真 7)	銅はほとんど見えない。鉄は微量含まれる。他の金属は見えない。他の資料と比較して銀が少ない。
13	鳥形金銀製飾り 3 点 うち 銀の鳥 第 4 号墓	FL018	(12)鳥形金銀製飾り 3 点の内の 1 個。表面 中央 (写真 7)	銅が不純物程度含まれる。鉄はほとんど見えない。他の金属も見えない。これだけ白く見える銀に金を加えるのは防蝕、硬度のためか? (図 4)
14	円錐形金製垂 れ飾り 第 4 号墓	FL010	頂部の小さな孔の下 部分 (写真 7)	銅がやや多い程度。鉄が微量見える。他の金属は見えない。
15	金製小型リン グ 第 1 号墓	FL011	リング中央表面	銅、鉄はほとんど見えない。他の金属も見えない。他資料と比較して銀含量が少ない。
16	金破片 第 9 号墓	FL019	3 片のうち一番大きな破片の中央部分	銅は金の約 1/10。鉄は微量見える。
17	銅製円盤 (破 片) A 第 5 号墓	FL020	一番大きな破片の中央表面緑色錆多い。 金属部分は見えない。	純銅製品。スズ、鉛は見えない。ヒ素と鉄が微量見える。鉄は表面錆に含まれる土が影響した可能性がある。
18	銅製円盤 (完 形) B 第 5 号墓	FL021	円盤部分中央。表面は錆びており、金属部分は見えない。 (写真 8)	純銅製品。スズ、鉛は見えない。ヒ素と鉄が微量見える。また水銀と思われる小さなピークが存在 (ピークが小さく水銀と断言はできない) する。(図 5)

測定した金製品に特徴的なことをまとめてみると、第一にこれらペルー出土金製品の大きさが非常に大きいこと、第二にこれら金製品は純金ではなく、銀との合金であり、しかも銀の濃度がかなり高いこと、第三に不純物として銅および鉄を含むが、それ以外の元素が非常に少ないこと、という点に集約できる。

これらについて考察してみる。まず第一に金製品が大きいことは、それだけ金が潤沢に使えるだけ存在していたことの裏付であろう。そしてそれらを墓に埋めてもよいだけの金の量でもあったろう。

第二に金と銀の合金を利用していること。これには2つの意味があると思われる。すなわち、まず1点として、純金は非常に柔らかいため、なんらかの製品を純金で作ったとしても、曲りやすく実用に耐えないと推測される(曲らないほど厚くすると、非常に重くなる)。それ故、純金を利用するならば銅あるいは木の板などによる補強が必要であろう。この場合、製作技術の点で複雑になるかもしれない。この点、金と銀との合金は純金よりも固くなり、加工しやすく、元の形を保存しやすいはずである。今回測定した金製品には銀が10～30%も含まれており、硬度もかなり高くなっている。この固さを必要とするほど大きな金製品であったともいえる。第2点として、銀を加えることによって、金の全体量を増やすことである。金の生産量を多くすることはそれほど容易ではない。とすれば、銀を加えることは容易に考えついたであろう。ここで別の可能性として、金—銀の合金の方が純金よりも、融解温度がいくぶん低くなるという利点が考えられる。しかし、金銀合金の融点降下[純金(銀0%)で1065℃、最も低い融点は純銀の時(銀100%)で961℃。この間融点は単調減少]は青銅の場合のように効果的(純銅で1085℃、25.5%スズで799℃)ではないので、合金を利用した大きな理由とはならないであろう。出土した金製品はかなり薄く作られており、鍛造していることは金の延性、展性を理解し、巧みにこれらの性質を利用していることを意味する。いずれにしろ、紀元前200～1000年あたりで、既に金と銀の合金に関する冶金学的な性質を良く理解していた技術は高く評価できる。

第三に今回測定した金資料には少量の銅と微量の鉄が含まれていた。東洋の中国、朝鮮半島における1～5世紀頃の商品には銅や鉄は非常に少ない。(平尾 1989, 早乙女・平尾 1990, 本村 1990)。少なくとも、それほど顕著には含まれていない。しかし今回測定したペルーの金製品には少量ではあるが銅と鉄が含まれている。そこで銅や鉄がなぜ含まれているのかを理解するために、蛍光X線強度として、(銀/金)の比に対する(銅/金)の比を図6で示した(銅と金に関するX線強度から濃度への変換ができないため、濃度ではなく蛍光X線強度比を利用した)。この図は銀の濃度が高くなれば、銅の濃度も高くなる傾向を示している。即ち、銅と銀の濃度に正の相関があることから、銅は銀に含まれていることを示す。また図で銅の濃度はH線とL線との間に分布するようにみえる。そしてH線を構成する3点は鉄の濃度が比較的高い試料である。それ故、これは銀の特徴を示唆している可能性がある。

銀中の銅、鉄含量の違いは、銀の産地、あるいは銀の精錬技術の違いに依存すると考えられる。そこで次のように推論することが出来る。即ち、銀の産地として比較的銅含量が高く、しかも鉄も含む

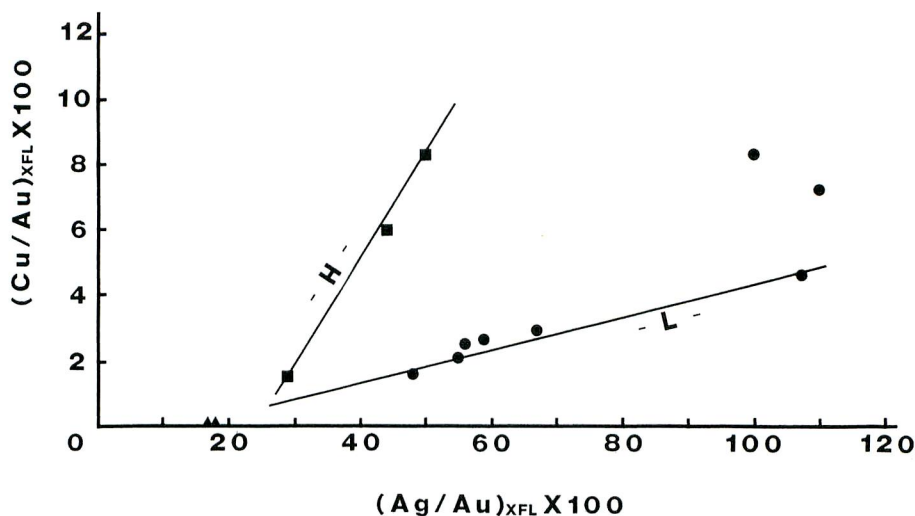


図6 金製品に含まれる銀と銅の蛍光X線強度

Fig. 6 Relative X-ray fluorescence intensities of silver and copper in gold samples.

- 鉄含量が比較的多い資料 Samples which contain relatively high iron.
- 鉄含量が比較的小さい資料 Samples which contain relatively low iron.
- ▲ 銅含量が極めて少ない資料 Samples which contain very low copper.
- H- 鉄含量が比較的高い資料群 A sample group which contains relatively high iron.
- L- 鉄含量が比較的低い資料群 A sample group which contains relatively low iron.

場所があり、ここから供給された銀と砂金などから得た高純度の金を混合すれば図中のH線上に分布する。また、比較的低い銅含量から銀供給源もあり、これと金とを混合すればL線上に分布する。ここで両者の混合があれば、H線とL線の間に挟まれる領域に分布するであろう。このように考えると、銀の供給源が少なくとも2種類以上存在する可能性が高い。

ここで銀の原産地は同一でも銀の精錬、溶融などの過程で人為的に銅や鉄を含む可能性も否定はできない。即ち岩石あるいはルツボなどに鉄や銅が含まれており、不純物として含まれてしまう場合である。あるいは銀の精錬時に人為的に加えられたかもしれない。いずれにしても測定試料数が少ないので、まだいろいろな可能性が考えられる。

試料番号(17)と(18)は純銅製品で、不純物元素の数が非常に少ないと判断できる。鉛やスズは含まれていない。わずかに鉄とヒ素が見え、また亜鉛も含まれていそうである。試料は非常に薄く鍛造されている。これほどの製品を鍛造することはかなり高い技術が必要である。それ故、遺跡の年代をも考慮すると、この銅製品は自然銅を直接加熱し、鍛造したと推測される。今後、クントゥル・ワシの文化だけでなく幾つかの文化の銅製品を数多く測定することにより、この地方の銅の技術に関する歴史を明らかにできるであろう。

3・2 X線回折分析

3・2-1. 分析法

X線回折分析はマック・サイエンス社の全自動X線回折装置 MXP18 に微小部ゴニオメータを付属

させた微小試料測定装置で行った。この装置はX線発生管球として回転対陰極を用い、最大18kWまでの出力があり、最小0.01mm直径の資料でX線回折図が得られる。データはSUN コンピュータシステムで自動的に解析し、物質同定を行うことができる。今回の試料に関する機器の作動条件としてX線発生管球の出力は使用管電圧・電流を40kV、350mAであり、線源は銅を用いた。スリット幅30μmで、10度から135度までを0.035度幅で、1000秒間測定した。スムージング、バックグランド除去など本機器が持つ通常の方法で測定データを自動解析し、化合物を同定した。

3・2-2. 測 定

人骨の赤い付着物、彩色土製レリーフの顔料（桃，黄，黒，赤，緑）としてどのような天然の化学種を利用しているかは当時の文化の一つの表われとも見ることが出来る。しかし、資料は非常に貴重なので試料採取量は極力制限した。そしてこれら試料を微小試料X線回折装置で測定し、化学種を同定した。資料となった彩色土製レリーフを写真9として示す。

採取試料は約0.1mm程度の顔料破片が数粒であったが、これらを約3mm角の両面テープの片面に貼り付け、テープのもう片面を試料台に固定した。顕微鏡で適当な粒塊およびその中の顔料として適当な場所を探し、測定箇所を定めた。X線を当て、スペクトルを取り、自動解析した。

3・2-3. 結 果

X線回折スペクトルの解析結果の一例を図7～8で示した。X線回折分析法で同定された物質を表4にまとめた。また各試料に関する説明を表5でまとめた。

3・2-4. 考 察

表4より、彩色土製レリーフの赤色顔料として辰砂（水銀朱，HgS [硫化水銀]）が利用されており、酸化鉄は使用されていなかった。赤色系統の顔料として、水銀朱の利用は東洋でも行われており、

表4 X線回折分析法で同定された彩色土製レリーフと骨の顔料の化学組成
Table 4 Chemical composition of the color pigments on a soil relief and a bone by X-ray diffraction method.

試 料 名 試料部分	現 在 色	推 定 化 合 物	X線回折分析法で同定された化合物	A S T M 番 号
彩色土製レリーフ				
①左腰端	赤色顔料	Fe ₂ O ₃	辰 砂 (cinnabar [HgS])	6- 256
②右胸端	緑色顔料	Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂	孔雀石 (malachite [Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂])	41-1390
③上 唇	赤色顔料	HgS	辰 砂 (cinnabar [HgS])	6- 256
④ヘアバンド	黄色顔料	未 知	方解石 (calcite [CaCO ₃])	5- 586
			石 英 (quartz [SiO ₂])	33-1161
⑤頭 髪	桃色顔料	未 知	方解石 (calcite [CaCO ₃])	5- 586
⑥左 目	黒色顔料	墨、Cの可能性	方解石 (calcite [CaCO ₃])	5- 586
人 骨				
⑦人骨中央表面	赤色塗料	HgS	辰 砂 (cinnabar [HgS])	6- 256

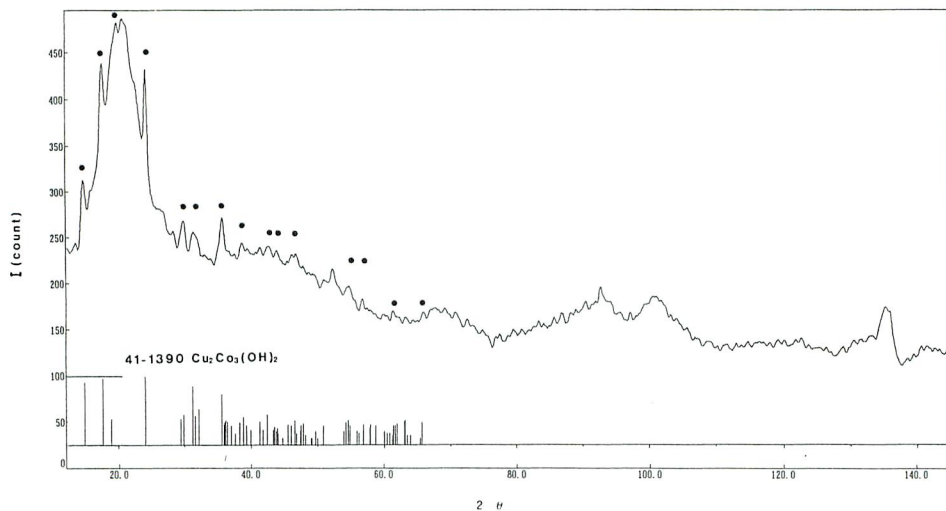


図 7 土製レリーフ像胸部の緑色顔料のX線回折図

・点は参考試料(41-1390)と一致したピークを示す

Fig. 7 X-ray diffraction pattern of green color pigment from the chest of the soil relief.

・Dot points indicate agreement of the peaks with sample and reference. (41-1390)

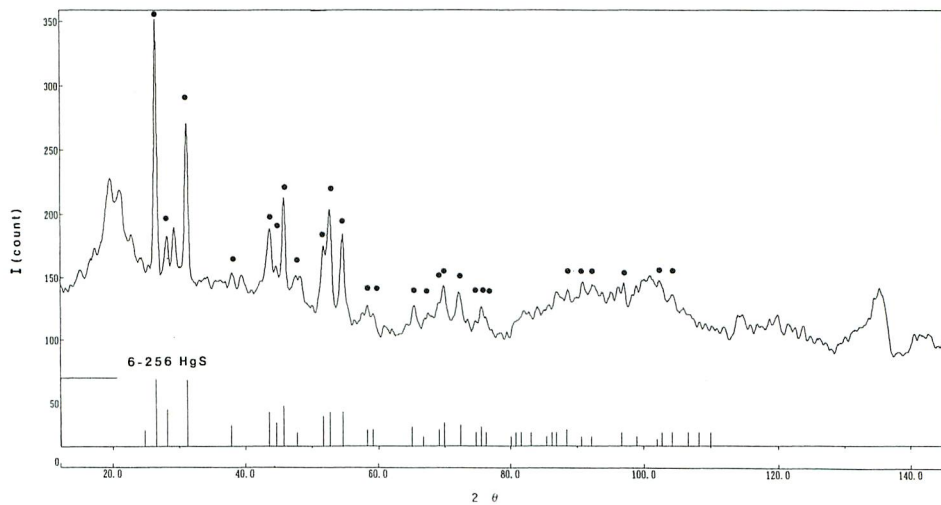


図 8 土製レリーフ像唇の赤色顔料のX線回折図

Fig. 8 X-ray diffraction pattern of red color pigment from the lip of the soil relief.

表5 X線回折分析法で同定された土製レリーフ像と骨の顔料の説明とまとめ
Table 5 Explanation and result of the measurements for the color pigments on a soil relief and a bone by X-ray diffraction method.

資料採取位置	顔料の色	記	載
彩色土製レリーフ			
①左腰の端	赤色顔料	色からすると赤色ではあるが、かなり黒ずんでおり、赤色顔料としては暗い方である。それ故、三二酸化鉄と推定されたが、X線回折分析の結果、辰砂(水銀朱)であることが判明した。	
②右胸端の緑色部分	緑色顔料	鮮やかな緑色であり、また、非常に長い期間安定に保存されているので、孔雀石と推定された。測定の結果孔雀石であることが確認された。	
③上唇 上 の最も鮮やかな赤色顔料	赤色顔料	色が鮮やかなので赤色顔料は水銀朱であろうと推測した。測定の結果、辰砂(水銀朱)であることが確認された。	
④頭部“ヘアバンド”の黄色部分	黄色顔料	今まで当研究室で測定した中で、単一の鉱物でできた黄色顔料はないので、どのような化合物であるか、推定できなかった。測定の結果、方解石と石英が検出された。しかしこれらは単なる白色鉱物と考えられるので、黄色材料の化学物質は分からない。	
⑤頭髪	桃色顔料	桃色が鮮やかに現代まで残っている。X線回折の結果、方解石が主成分であることが分かった。方解石は白色なので、桃色顔料の化学組成は依然わからない。	
⑥左目上瞼	黒色顔料	試料が黒なのでマンガン酸化物、無定形炭素、あるいはグラファイトの可能性を上げることが出来る。X線回折分析の結果、方解石しか判別できなかった。方解石は白色なので、下地である可能性が高い。	
人 骨			
⑦人骨中央表面の付着物	赤色顔料	辰砂(水銀朱, [HgS])であった。	

硫化水銀の利用は各文明において普遍的なものと理解できる(山崎 1987)。しかし東洋では赤色顔料として、酸化鉄の利用が水銀より早くから始まっていることから考えあわせると、ペルーでの酸化鉄の利用頻度と水銀朱の利用開始時期との関係を理解することは一つの課題であろう。

黄色、桃色部分の化学種の同定はできなかった。これら顔料と思われた試料に炭酸カルシウムが検出されたことはおそらく下地成分を意味しており、黄色の本体の色ではないと推測される。試料量をもう少し多く採取できれば、測定可能かもしれない。

緑色顔料として、孔雀石が利用されていた。これは東洋でも利用されており、世界中で普遍的な材料と見ることができる。

紀元前500～1000年に極彩色の土偶が既に作られており、彩色に関する理解が進んでいたことはクントゥル・ワシにおける高度の文化の一つの現われと見ることができる。

4. まとめ

ペルー共和国クントゥル・ワシ遺跡出土の金属製品の化学組成を分析し、金製品における銀の含有量を明らかにした。この結果、当時における金銀合金の利用方法、銀の原産地に関する情報などを得ることができた。また彩色土製レリーフに残された彩色顔料を同定し、赤い顔料として水銀朱を、緑色の顔料として孔雀石を利用していることが明らかになった。文化圏の全く異なる中国や中近東など同一の素材を顔料として利用していることは興味深い。

本研究を進めるにあたり、MACサイエンス社技術部の岩井哲氏にX線回折分析を担当していただいたことを深く感謝致します。

引用文献

- 大貫良夫(1990) クントゥル・ワシの墓と黄金. 美術博物館ニュース 25:1-4.
- 大貫良夫・加藤泰建(1991) クントゥル・ワシの墓. ラテンアメリカ研究年報 11:1-21.
- 毎日グラフ(1989) 3000年の眠りからさめた黄金の冠. Mainichi Graphic 1989 12-24:3-11.
- 東京大学古代アンデス文明調査団(1992) アンデス黄金発掘展—クントゥル・ワシ遺跡の発掘—.
- 平尾良光(1989) 鍍金の分析調査について. 「装飾金工品の保存における問題点について」(東京国立文化財研究所 昭和63年度 文化財保存修復研究協議会記録). 34-42.
- 早乙女雅博・平尾良光(1990) 金製品の流入と金の分析的研究. 「日本古代における金属器製作技術の伝来とその発達に関する研究」(科学研究費研究成果報告書 代表村井崑雄):10-30.
- 本村豪章(1990) 古墳時代の基礎研究稿—資料編(II)一. 東京国立博物館紀要 26:9-282.
- 山崎一男(1987) 西域壁画の顔料について. 「古文化財の科学」(山崎一男著) (株)思文閣:167-172.

Chemical composition of samples excavated from Kuntur Wasi archaeological site, Peru

Yoshimitsu HIRAO¹⁾, Junko OHNISHI¹⁾

Yoshio OHNUKI²⁾ and Yasutake KATO³⁾

1) Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, 13-27 Ueno-Koen, Taitoku, Tokyo, 110 Japan

2) Tokyo University, 3-81-1 Komaba, Meguroku, Tokyo 153 Japan

3) Saitama University, 255 Shimo-Ohkubo, Urawashi, Saitama 338 Japan

Chemical compositions of 10 gold and 2 copper objects excavated from old site of Kuntur Wasi were measured by nondestructive X-ray fluorescence method. Chemical components of some of pigments on a bone and a clay figure were also examined by small sample X-ray diffraction method. The site is situated in the province of San Pable, Department of Cajamarca of northern Peru at around 100 km East from Pacific Ocean coast. The period of the culture excavated was estimated to be 1000 B. C. to 300 B. C. The site was found to be religious area and the shrine was reconstructed at least 3 times during that period. There were several graves in the area and from them, a lot of gold accessories were excavated. Following results were obtained by the measurement for those objects. They contained 10 to 40% of silver and there was no pure gold (or more than 95% gold). Gold-silver alloy contained small amount of copper and sometimes iron. No other elements except copper and iron were found as contaminants. Because they were so pure that it was estimated that the silver and gold were produced from native gold and silver and were not smelted from minerals. Copper content was related to silver concentration in gold objects and there seem at least two systematic relationships in the copper content. The fact indicated probably that there were more than 2 sources for silver supply. Copper objects were made of pure copper with small amount of arsenic. Probably native copper was used as source materials.

The red pigments on a bone and a clay figure were found to be cinnabar instead of hematite (iron oxide) and green colour pigment of the clay figure was found to be malachite. Yellow, black and purple pigments were not able to detect the chemical components because of too small samples. It is interesting that they had been using cinnabar and malachite as red and green pigments in totally different culture as China and Middle Near East areas from old days.