

論文

中央アジアのコインの材料と鉛同位体比からみたイスラーム化以前の金属流通

竹井 良^{*}・藤澤 明^{*}^{*} 帝京大学文化財研究所

はじめに

I. 対象資料と分析方法

II. X線透過撮影および蛍光X線分析の結果と考察

III. 材料産地推定に関する結果と考察

IV. コインからみた中央アジアの金属流通

おわりに

はじめに

シルクロード交易の中継地として栄えた中央アジアでは東西の影響を受けた様々なモノがみられる。その1つがコインである。中央アジアでみられるコインは大きく2種類に分かれる。1つはギリシアやローマ、イランなど中央アジアからみて西方に位置する地域を中心に発行された、打刻製のコイン（以下、西方式とする。）である。もう1つは中国を中心に東アジアなどで発行された、鑄造製の方孔円銭（以下、中国式とする。）である。後者の中国式のコインが中央アジアで鑄造、流通され始めるのは、唐の影響を受ける7世紀以降であり、それ以前は西方式のコインが流通していた（ルトヴェラゼ, 2011）。また、7世紀以降は中国式コインと西方式コインが共に流通していた時期であり、少額決済の手段として中国式の銅銭が使用され、高額決済の手段に西方式のサーサーン朝のドラクマ銀貨が使用されていたことが知られる（荒川, 2010）。特に銅銭については、中国銭の他に中央アジアの各地域で独自のコインが鑄造されていた（Zeimal, 1994）。

イスラーム化する以前の中央アジアについて、中国の漢籍史料やイスラーム勢力による記述も少なく、在地の出土文字史料も極めて少ないことから、当時の社会や人々の生活について知られていることは多くない。そのため、発掘調査や出土遺物を対象とする考古学的研究が行われており、中央アジアで独自に鑄造されたコインもその対象の1つである。発掘調査によって出土した多くのコインに基づいて研究を行い、イスラーム化以前の中央アジアにおけるコインの分類や型式をまとめたのがO. I. Smirnovaであり、その研究を基礎として、これまで多くの古

銭学、考古学的な研究が行われている。また、コインを対象にした自然科学的手法を用いた研究もまたSmirnovaによって報告されているが（Смирнова, 1981）、古銭学や考古学的な研究と比較して極めて少ない状況である。

以上を踏まえて、イスラーム化以前の中央アジアで流通していたコインを対象に科学的調査を行うことは、新たなデータを示すとともに、古銭学や考古学的情報と組み合わせることで、中央アジアにおけるコインの製造技術や流通実態などについて解き明かすことが期待できる。よって本研究では、中央アジアで流通していた7世紀から8世紀ごろのコインを対象に、組成分析による合金種の同定や鉛同位体比分析による産地推定を行うことで、イスラーム化以前の中央アジアのコインに使用された原材料の流通について明らかにすることを目的とする。

I. 対象資料と分析方法

1. 対象資料

対象資料は帝京大学文化財研究所および個人所蔵のコインである。資料の外観を図1に示す。中央アジアのコインの中から約7～8世紀ごろに発行されたと考えられているコイン、計32点（sc0001～sc0032）を対象とした。コインは発行地や型式など古銭学的分類から、テュルゲシュコイン（sc0001～sc0009）、開元通宝（sc0010～sc0012）、アラブ・サーサーン銀貨（sc0013、sc0014）、サマルカンドコイン（sc0015～sc0017）、ホラズムコイン（sc0018～sc0026）、タシュケントコイン（sc0027～sc0029）、プハラホダート（sc0030～sc0032）の7つに分類した。なお、コインの法量および分類の一覧を表1に

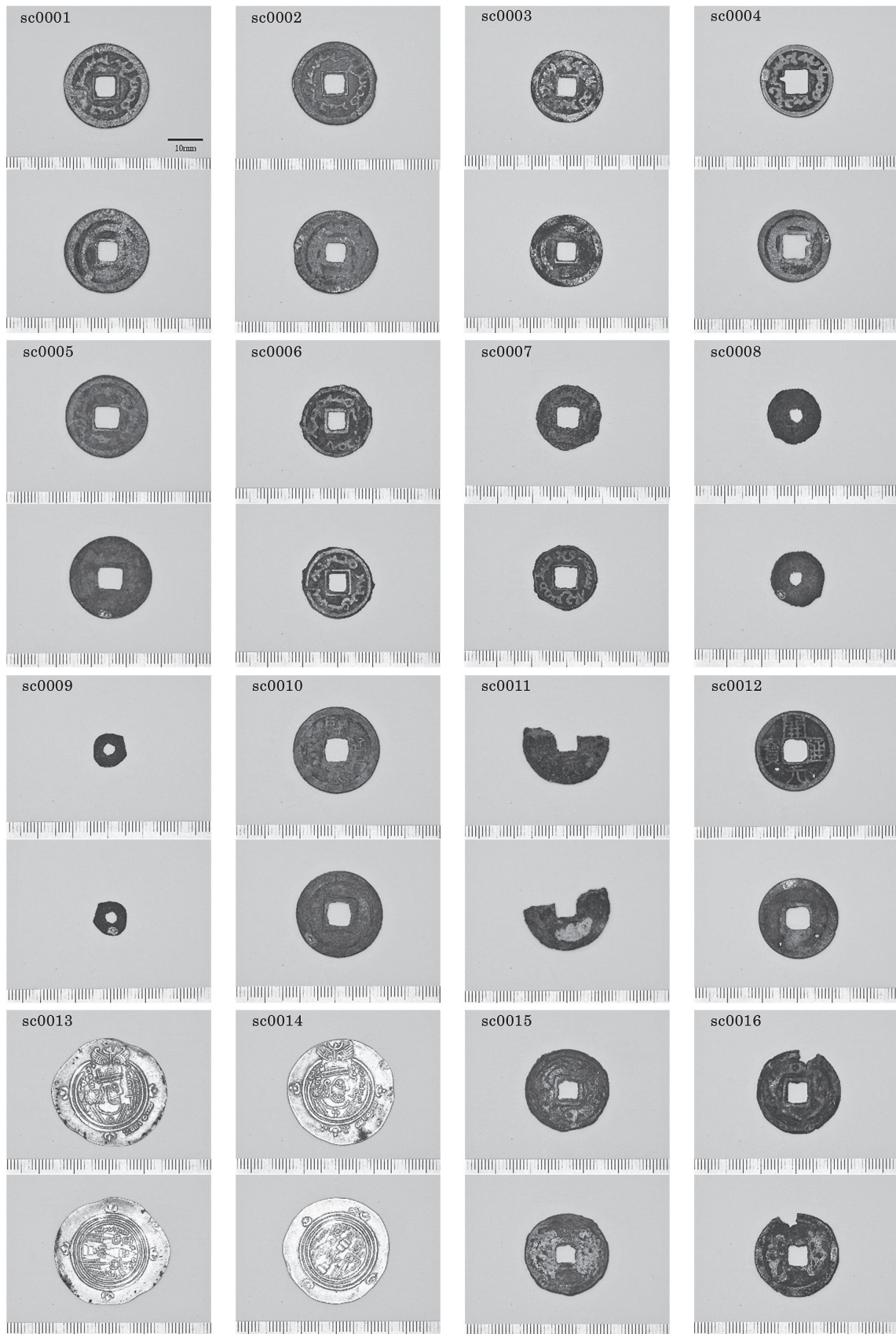


図1-1. 対象資料の外観（口絵1-1参照）

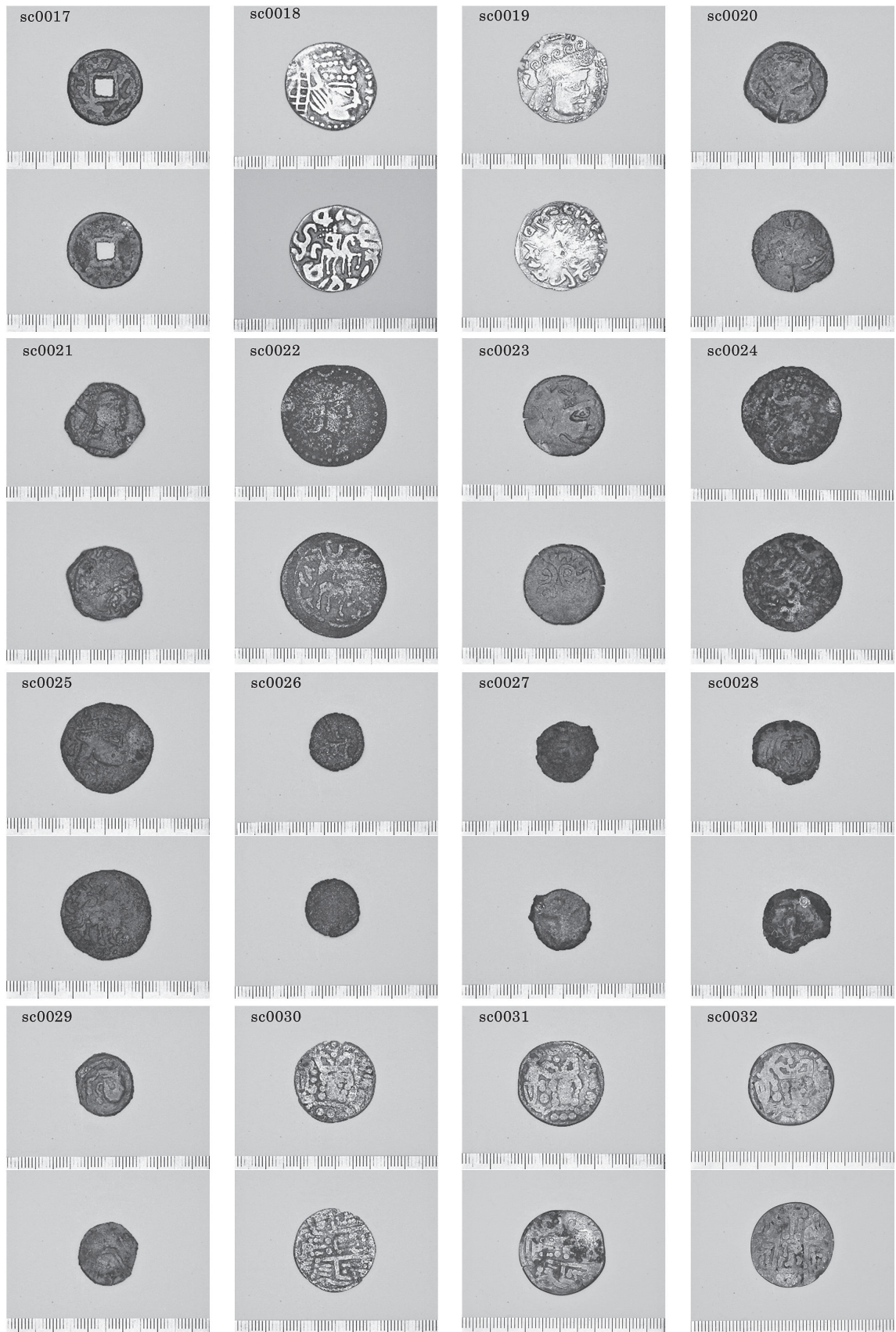


図1-2. 対象資料の外観（口絵1-2参照）

表 1. コインの法量および分類一覧

分析番号	分類	帰属	推定年代	直径 (mm)	孔径 (mm)	厚さ (mm)	重さ (g)	発行地域	王名	銘文
sc0001	テュルゲシユ	テュルゲシユ	8c前半	24.2×24.3	5.7×5.7	1.93	6.08	キルギス		β γ γ twrkys'x'γ'n pny
sc0002	テュルゲシユ	テュルゲシユ	8c前半	23.8×23.9	5.4×5.7	1.80	4.84	キルギス		β γ γ twrkys'x'γ'n pny
sc0003	テュルゲシユ	テュルゲシユ	8c前半	20.7×20.8	5.2×5.3	0.94	1.60	キルギス		β γ γ twrkys'x'γ'n pny
sc0004	テュルゲシユ	テュルゲシユ	8c前半	20.7×21.3	6.7×6.8	1.03	2.02	キルギス		β γ γ twrkys'x'γ'n pny
sc0005	テュルゲシユ	テュルゲシユ	8c前半	23.5×23.6	6.2×7.0	1.78	4.29	キルギス		β γ γ twrkys'x'γ'n pny
sc0006	テュルゲシユ	テュルゲシユ	8c後半	20.6×20.7	5.0×5.1	1.13	2.05	キルギス	wn'ntm'x	β γ γ twrkys'x'γ'n pny
sc0007	テュルゲシユ	テュルゲシユ	8c後半	18.1×18.8	5.9×6.3	1.07	1.55	キルギス	wn'ntm'x	β γ γ twrkys'x'γ'n pny
sc0008	テュルゲシユ	テュルゲシユ	8c後半?	15.5×16.3	3.1×3.7	1.36	1.16	キルギス		β γ γ twrkys'x'γ'n pny
sc0009	テュルゲシユ	テュルゲシユ	8-9c	9.4×10.5	3.1×3.3	0.66	0.30	キルギス		β γ γ (twrkys'x'γ'n?) pny 無文
sc0010	開元通宝	唐	7-8c	24.8×24.9	6.7×6.8	1.42	3.52	唐		開元通宝
sc0011	開元通宝	唐	7-8c	16.5×24.5	6.1	3.31	2.33	唐		○元通宝
sc0012	開元通宝	唐	7-8c	22.4×23.3	6.3×6.8	1.23	3.32	唐		開元通宝
sc0013	アラブ・サーサーン	正統カリフ	7c後半	30.2×32.9		0.49	3.89	バスラ?		
sc0014	アラブ・サーサーン	正統カリフ	7c後半	29.9×30.4		0.56	4.07	ダラブギルド?		
sc0015	サマルカンド	サマルカンド	8c初	23.3×24.1	5.1×5.6	1.38	3.02	サマルカンド	タルフン (梁香)	trswn MLK'
sc0016	サマルカンド	サマルカンド	8c初	23.9×24.1	5.5×6.1	1.47	2.61	サマルカンド	タルフン (梁香)	trswn MLK'
sc0017	サマルカンド	サマルカンド	8c中葉	21.3×22.3	4.7×5.2	1.16	2.62	サマルカンド	トゥルガル (岫巖)	twr'r MLK'
sc0018	ホラズム	ホラズム	8c	24.7×26.8		1.36	5.45	ホラズム		MR'Y MLK' ___? s'wšprn?
sc0019	ホラズム	ホラズム	8c中葉	25.4×26.1		0.74	3.00	ホラズム	sawashfan	MLK'?
sc0020	ホラズム	ホラズム	8c?	22.8×24.4		1.78	4.84	ホラズム		
sc0021	ホラズム	ホラズム	8c?	20.3×23.4		2.79	6.17	ホラズム		
sc0022	ホラズム	ホラズム	8c	29.3×30.5		1.34	5.27	ホラズム		MR'Y MLK' ___?
sc0023	ホラズム	ホラズム	8c後半	23.7×23.8		1.02	2.79	ホラズム	Azkestver-Abdallah	
sc0024	ホラズム	ホラズム	8c?	27.3×28.2		1.47	4.59	ホラズム	King shram	MR'Y MLK' ___?
sc0025	ホラズム	ホラズム	8c	25.0×26.9		1.67	4.63	ホラズム		MR'Y MLK' ___?
sc0026	ホラズム	ホラズム	8c	15.8×16.9		2.49	3.45	ホラズム		
sc0027	タシュケント	タシュケント	7-8c	17.4×18.3		2.13	1.43	タシュケント		
sc0028	タシュケント	タシュケント	7c	17.5×20.4		1.14	1.74	タシュケント		ZNH pny tk'yn c'cynk xwβ
sc0029	タシュケント	タシュケント	7-8c	16.5×18.3		1.04	1.70	タシュケント		
sc0030	フハラホダート	フハラ、サマルカンド	8c後半	22.9×23.9		0.82	1.92	サマルカンドかフハラ		
sc0031	フハラホダート	フハラ、サマルカンド	8c	24.6×25.6		0.93	2.49	サマルカンドかフハラ		
sc0032	フハラホダート	フハラ、サマルカンド	8c	23.9×25.0		0.64	1.77	サマルカンドかフハラ		

示す。また、中央アジアの簡易的な地図を図2に示す。続いて、分類した対象資料について概説する。

(1). テュルゲシュコイン (sc0001～sc0009)

セミレチエ地方周辺で活動していた、トルコ系遊牧民族のテュルゲシュ(突騎施)が発行したコインである。特徴として、表面にソグド文字の銘文と、裏面にはテュルゲシュが発行したことを示す、弓状の印(タムガ)が刻印されている。sc0001～sc0005が8世紀前半、sc0006～sc0009が8世紀後半の発行と考えられているが、コインの正確な発行年代については判明していない。なお、対象資料のすべてが中国式コインである。

(2). 開元通宝 (sc0010～sc0012)

開元通宝は唐の高祖が武徳4年(621年)に発行した統一貨幣であり、開元通宝は発行以来、ある短期間を除き唐代を通じて鑄造された(永井, 1994)。開元通宝は長期間にわたり発行されたため、数多くの種類が存在しているが、私鑄銭や密造銭もあり、銭類の判別が不可能なものもある(永井, 1994)。開元通宝は銘文の読みについては「開元通寶」と「開通元寶」の2つの説があるが、本研究では、「開元通寶」で読みを統一する。なお、「寶」についても「宝」と表記する。sc0010とsc0011はキルギス出土とされており、sc0012は出土地不明である。

(3). アラブ・サーサーン銀貨 (sc0013, sc0014)

アラブ・サーサーン銀貨は、サーサーン朝ペルシア滅亡後、イスラーム勢力によって発行されたサーサーン式銀貨である。7世紀半ばより、北アフリカから西アジアにかけて実行支配したイスラーム勢力は、独自の貨幣制度を持っておらず、支配した地域にあった貨幣制度をそのまま引き継いだとされる(シルクロード学研究中心, 2003)。そのため、地中海地域ではビザンツ帝国の金貨制度を、イランやイラクなどサーサーン朝ペルシアの旧領土内では、銀貨制度を引き継いでいた(シルクロード学研究中心, 2003)。アラブ・サーサーン銀貨の発行は7世紀中葉ごろと考えられており、ウマイヤ朝5代目カリフである、アブド・アルマリク(在位: 696～699年)による貨幣改革によって、イスラーム独自のコインが発行されるまで続いたとされる(亀井, 2006)。

(4). サマルカンドコイン (sc0015～sc0017)

ソグディアナ地方の都市サマルカンドで発行されていたコインである。対象資料のサマルカンドコインは唐の支配下に入った後、発行されるようになった中国式のコインである。sc0015とsc0016はタルフン王(中国名:突昏)のコインである。sc0017はトゥルガル王(中国名:咄曷)のコインで、トゥルガル王のコインがサマルカンドで発行される最後の中国



図2. 中央アジアの地図

式コインである（曾布川・吉田, 2011）。

(5). ホラズムコイン（sc0018～sc0026）

ホラズム地方で発行されていたコインである。対象資料のうち、sc0018とsc0019が銀貨である。コインの表面が摩耗しており、銘文が読み取りにくいものが多いため、発行年代があまりはっきりとしないものが多い。吉田豊氏の分類によると、一番年代が新しいものはsc0023のAzkastvar-Abdallahのコインである。ホラズムコインの特徴は、表面に支配者の肖像があり、裏面には騎馬像とホラズムを示す印が刻印されていることである（Zeimal, 1994）。対象資料には、上記の特徴を持つコインがあるほか、sc0026のようにホラズムを示す印のみが刻印されたコインもある。

(6). タシュケントコイン（sc0027～sc0029）

ソグディアナ地方の都市タシュケント（古くはチャーチと呼ばれる。）で発行されていたコインである。対象資料の中央アジアコインの中で、最も古い時期のコインだと考えられる。7世紀から8世紀にタシュケントで発行されたコインは、地域によっていくつかに分類され、印も複数存在する（Zeimal, 1994）。代表的なものとして、表面に右向きのライオンもしくは支配者の顔があり、裏面にはフォークのような印がみられる（Zeimal, 1994）。対象資料の中では、表面が摩耗してみえにくいですが、sc0029がその特徴と一致する。sc0027も写真では確認しにくいですがフォーク状の印がわずかにみられる。sc0028は支配者の顔と、他の資料とは異なる印を持つ。

(7). ブハラホダート（sc0030～sc0032）

ブハラホダートは、サーサーン朝ペルシアのバフラム5世のドラクマ銀貨を模倣した、主にブハラやサマルカンドで発行された独自のコインである。その特徴として裏面にはゾロアスター教の拝火壇がみられる。発行開始時期は未だ議論されているが、年代を重ねるごとに銀の含有量が削減されることが知られている（Zeimal, 1994）。銀の含有量が大幅に減少したブハラホダート貨は「黒いディルハム」とも呼ばれ、最終的には中央アジアが完全にイスラーム化した後の13世紀ごろまで発行されていたと考えられている（Zeimal, 1994）。sc0030が8世紀後半、sc0031とsc0032が8世紀ごろの発行とされる。発行

地についてはサマルカンドとブハラのどちらかだと思われるが詳細は不明である。

2. 分析方法

(1). X線透過撮影法

コインの内部観察を行うため、X線透過撮影を行った。使用装置はX線発生装置（iXRS-225/4.5）である。イメージングプレート画像読取装置にはFujifilm製Dynamix HR2を使用し、専用のイメージングプレートであるIP-UR1を用いた。撮影条件は管電圧80 kV、130 kV、180 kV、225 kVの4条件で、すべての条件において管電流2 mA、照射時間60秒で行った。

(2). 蛍光X線分析

コインを構成する材料を明らかにするために蛍光X線分析を行った。分析には可搬型蛍光X線分析装置（Innov-X Systems DELTA PREMIUM DP-4000）を使用し、非破壊で行った。この装置はタンタル管球の電圧を自動で40 kVと10 kVに切り替えて測定することにより塩素、硫黄、カルシウムなどの軽元素の分析も可能である。分析モードは2 Beam Mining Plusを使用し、分析時間は90秒、X線の照射範囲は約10 mmである。また、ファンダメンタルパラメーター法（以下、FP法）により簡易的ではあるが、各元素の半定量値を算出した。

(3). 鉛同位体比測定

コインに用いられた材料の産地推定を行うため、鉛同位体比測定を行った。鉛同位体比の測定には表面電離型質量分析計（Finnigan MAT262）を用いた。表面電離型質量分析計での鉛同位体比の分析は鉛の純度が高いほど測定の精度が上がるため、鉛の単離を行った。サンプリングを行うにあたり、コインの表面の汚染から測定結果に影響を及ぼす可能性があるため、超純水に浸して超音波洗浄機による洗浄を行った。その後、汚染や腐食による影響を受けにくいコイン内部を試料として用いるため、ルーターでコイン表面の腐食層を削りサンプリングを行った。サンプルを採取後、石英製ビーカーに入れ、濃硝酸0.3 mLを加え、1日放置して資料を溶解した。資料が溶解した後、蒸留水で5～10 mLに希釈し、電極に白金板を利用し、直流電圧2 Vで電気分解した。鉛は酸化され、二酸化鉛として陽極の白金電極上に

析出するので、この白金電極を取り出して硝酸と過酸化水素水で鉛を還元溶解した。この溶液の鉛濃度をICP発光分光分析法で測定し、溶液から200 ngを分取し、蒸発乾固を行って鉛を取り出した。この鉛にリン酸1 μLとシリカゲル3 μLを加えてレニウムフィラメント上に載せ、加熱固化し、測定に供した。フィラメント温度が約1200℃になるように鉛同位体比を測定し、測定値は同一条件で測定した標準鉛試料NBS-SRM-981で規格化した(平尾・馬淵, 1989)。

II. X線透過撮影および蛍光X線分析の結果と考察

1. X線透過撮影

X線透過撮影で得られた像を図3に示す。これらの図は管電圧225 kV、管電流2 mA、照射時間60秒で行い、得られたX線透過像である。全資料のX線透過像は付録1～3に示している。

図3 sc0006では、コインの内部に空洞がみられる。これは、鑄巣と呼ばれる鑄造欠陥であると考えられる。鑄巣の発生原因には、金属のガス吸収に起因するものと、金属の体積変化に起因するものの、大きく2つがある。前者について、金属は液体状態の方が空気中のガス取り込みやすいため、冷却され凝固するときに取り込んだガスが放出されることで鑄巣となる。後者については、一般的に金属は液体状態から凝固して固体になり、常温に至るまでに必ず収縮が起こる。このような温度による体積の変化は特に、凝固する時に急激な収縮が起こり鑄巣の原因となる(堀江, 2012)。sc0006を製作する際に使用された鑄型が判明しない以上、詳細な原因の解明は困難であるが、鑄巣の形状が気泡に似た滑らかな円形であることから、ガスの放出によってできた鑄巣であると考えられる。図3 sc0015から、全体に白い粒が確認できる。X線は金属によって透過率が変化するため、白い粒はそれ以外の部位よりX線の透過率の低い金属が介在していると言える。コインを構成する金属の中で最もX線を透過しにくい金属は鉛であるため、この白い粒は鉛の粒子を反映していると考えられる。一方、キルギス出土の開元通宝である、図3 sc0010、sc0011には、鑄巣や鉛の粒子がみられない。このことから、同じ中国式コインでも、sc0006、sc0015のような中央アジアの在地のコイン

と中国銭では、材料や鑄造技術に違いがあるといえる。開元通宝は中央アジアでも鑄造されていた可能性が認められている(荒川, 2010)。仮に中央アジアで鑄造された開元通宝が、在地のコインと同様の技術で鑄造されていた場合、開元通宝にも鑄造欠陥が発生する可能性がある。しかし、対象資料の開元通宝には鑄造欠陥がみられないため、これらの開元通宝は中国本土の鑄造技術、または、それと同等の技術を用いて鑄造されたと考えられる。

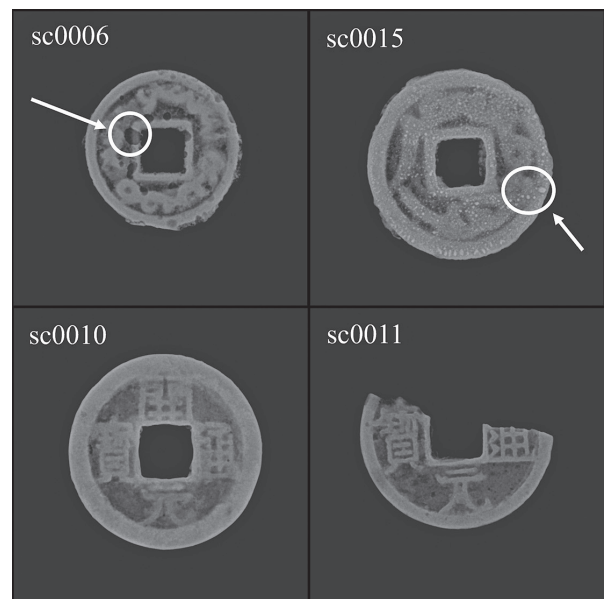


図3. X線透過像
管電圧225 kV、管電流2 mA、時間60秒

2. 蛍光X線分析

蛍光X線分析で得られた結果を元に、FP法によって算出した半定量結果から合金元素のみを抽出し、合金元素の合計が100%になるよう再計算した。これを表2に示す。なお、青銅はスズ(Sn)の含有量が1 mass%以上のものとした。また、鉛(Pb)やヒ素(As)についても同様に1 mass%以上の場合に合金成分とした。

表2から、同定された合金種は、A純度の高い銅、B鉛を含む銅、C青銅、Dヒ素を含む青銅、E銅-銀-鉛、F銀-銅、G銀-銅-鉛の7種に分類できる。合金種はコインの分類ごとに異なる傾向を示しており、サマルカンドコインとプハラホダート以外のコインは複数の合金種で構成される。銅製のコインの多くが青銅製であり、鉛が多く含有される。また、鉛の含有については、銅製、銀製に関わらずほとんどのコインに含まれており、特に銅製のコインに多く、含有

量のばらつきも大きい。中でも、テュルゲシュ、サマルカンド、タシュケントは時代を経るごとに鉛量がやや増加傾向にあることがわかる。アラブ・サーサーン銀貨はサーサーン朝ドラクマ銀貨を模倣して発行されたコインである。元となるサーサーン朝のドラクマ銀貨の金属組成は90 mass%以上の銀で構成されており、鉛の含有量は約0.1~1.2 mass%程度と報告されている（Mortazavi et al., 2018）。よって、対象としたアラブ・サーサーン銀貨はサーサーン朝ドラクマ銀貨より鉛量が増加した、純度の低いコインであるといえる。鉛は銅や銀より安価で比較的手に入れやすい金属であることから、鉛を足すことで銅や銀を節約してコインを製造していたと考えられる。

その他、特徴的な含有元素にテュルゲシュコインに含まれる銀が挙げられる。表2から、8世紀後半のテュルゲシュコインに約0.6~1.2 mass%ほどの

銀が含有されることがわかる。一方で、8世紀前半に発行されたと考えられるテュルゲシュコインには銀が全く含有されていない。含有量から考えても銀を意図的に添加したとは考えにくい。よって、これは原料となった鉱石由来の微量元素である可能性が高い。基本的に銀は鉛を伴って産出する機会が多いため、鉛鉱石由来の銀であると考えられる。つまり、8世紀前半と8世紀後半のコインでは使用された鉱石が異なる可能性がある。

次に、対象資料の開元通宝と先行研究から来歴が判明している開元通宝の比較を行った。これを図4に示す。開元通宝の測定データはオックスフォードの中国コインのデータベース（<https://flame.arch.ox.ac.uk/public-resources/Chinese-coins-data/>）より開元通宝のデータのみ抽出し引用している。また、Ding Ma et al. (2022) による報告から新疆出土の開元通宝の測定データを追加している。

表2. 蛍光X線分析より得られた金属組成 (mass%) と推定された合金種

分析番号	分類	年代	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	推定された合金種
sc0001	テュルゲシュ	8c前半	69.6	0.1	0.0	0.0	2.7	0.2	27.4	C青銅
sc0002	テュルゲシュ	8c前半	93.4	0.2	0.6	0.0	3.0	0.2	2.7	C青銅
sc0003	テュルゲシュ	8c前半	84.4	0.3	0.6	0.0	4.1	0.1	10.4	C青銅
sc0004	テュルゲシュ	8c前半	66.3	0.4	0.0	0.0	1.8	0.0	31.5	C青銅
sc0005	テュルゲシュ	8c前半	44.3	0.2	0.5	0.0	3.0	0.2	51.8	C青銅
sc0006	テュルゲシュ	8c後半	56.7	0.2	0.0	0.6	1.6	0.5	40.4	C青銅
sc0007	テュルゲシュ	8c後半	56.3	0.2	0.0	0.6	0.8	0.2	41.8	B鉛を含む銅
sc0008	テュルゲシュ	8c後半?	71.8	0.3	0.0	1.2	0.0	0.7	26.0	B鉛を含む銅
sc0009	テュルゲシュ	8~9c	41.2	0.3	0.8	0.9	3.3	0.5	53.1	C青銅
sc0010	開元通宝	7~8c	64.4	0.3	0.0	0.0	5.2	0.0	30.1	C青銅
sc0011	開元通宝	7~8c	95.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.9	C青銅
sc0012	開元通宝	7~8c	61.8	0.3	1.3	0.0	8.3	0.2	28.1	Dヒ素を含む青銅
sc0013	アラブ・サーサーン	7c後半	18.4	0.2	0.0	76.9	0.0	0.0	4.5	F銀-銅
sc0014	アラブ・サーサーン	7c後半	8.4	0.0	0.0	89.6	0.0	0.0	2.0	F銀-銅
sc0015	サマルカンド	8c初	68.7	0.3	0.0	0.0	3.4	0.2	27.4	C青銅
sc0016	サマルカンド	8c初	73.0	0.3	0.0	0.0	2.2	0.1	24.5	C青銅
sc0017	サマルカンド	8c中葉	64.8	0.2	0.0	0.0	2.1	0.0	32.9	C青銅
sc0018	ホラズム	8c	12.5	0.2	0.0	86.6	0.0	0.0	0.7	F銀-銅
sc0019	ホラズム	8c中葉	5.9	0.0	0.0	91.8	0.0	0.0	2.2	G銀-銅-鉛
sc0020	ホラズム	8c?	51.7	0.3	3.1	0.0	2.2	0.3	42.3	Dヒ素を含む青銅
sc0021	ホラズム	8c?	75.2	0.3	0.0	0.0	0.5	0.0	23.9	B鉛を含む銅
sc0022	ホラズム	8c	99.2	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	A純度の高い銅
sc0023	ホラズム	8c	66.0	0.5	1.5	0.0	3.6	0.2	28.2	Dヒ素を含む青銅
sc0024	ホラズム	8c?	99.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	A純度の高い銅
sc0025	ホラズム	8c	97.2	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	2.3	B鉛を含む銅
sc0026	ホラズム	8c	96.1	0.7	0.2	0.0	0.2	0.0	2.8	B鉛を含む銅
sc0027	タシュケント	7~8c	41.6	0.2	0.0	0.0	2.4	0.0	55.7	C青銅
sc0028	タシュケント	7c	71.5	0.5	0.8	0.0	3.0	0.0	24.2	C青銅
sc0029	タシュケント	7~8c	42.9	0.3	1.5	0.0	4.3	0.1	50.8	Dヒ素を含む青銅
sc0030	ブハラホダート	8c後半	87.1	0.7	0.0	11.0	0.0	0.0	1.2	E銅-銀-鉛
sc0031	ブハラホダート	8c	77.6	0.7	0.0	19.7	0.0	0.0	1.9	E銅-銀-鉛
sc0032	ブハラホダート	8c	74.0	0.7	0.0	23.1	0.0	0.0	2.1	E銅-銀-鉛

合金種：A純度の高い銅、B鉛を含む銅、C青銅、Dヒ素を含む青銅、E銅-銀-鉛、F銀-銅、G銀-銅-鉛

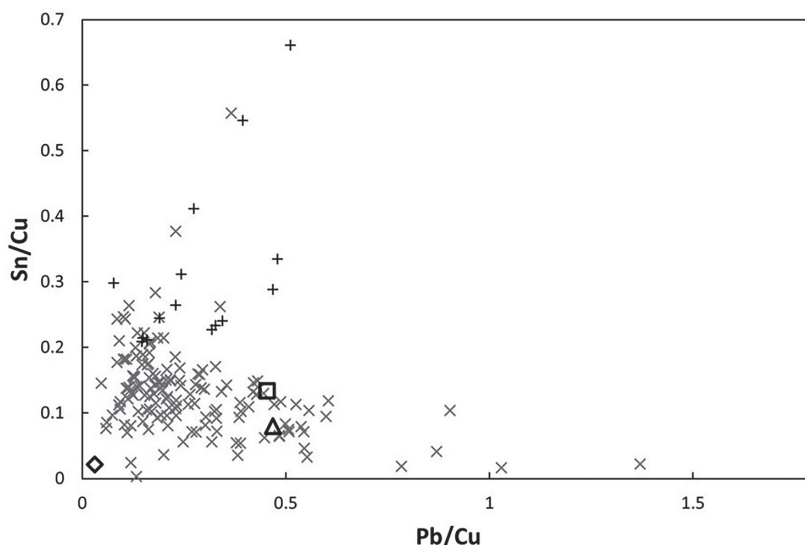


図4. 対象資料の開元通宝と先行研究の開元通宝の比較

△sc0010, ◇sc0011, □sc0012, ×中国本土発行開元通宝 (<https://flame.arch.ox.ac.uk/public-resources/Chinese-coins-data/> 2023年7月17日閲覧), +新疆出土開元通宝 (Ding Ma et al, 2022)

図4から、プロットが最も集中する範囲には中国本土で発行された開元通宝が多く分布する。一方、追加した新疆出土の開元通宝は、開元通宝が多く分布する範囲から外れて分布している。先行研究では、開元通宝が集中する領域から外れる資料には、新疆出土のコインの他、大暦元宝などといった安祿山の反乱時のコインが位置すると報告されている (Pollard and Liu, 2021)。分析に供した資料3点は、sc0011がやや低い位置に分布し、sc0010とsc0012ともに開元通宝が多く集中する範囲の近くに位置している。よって、sc0010とsc0012の組成は、中国本土で発行された開元通宝と近い特徴を持っているといえる。sc0011については、中国本土の開元通宝や新疆出土の開元通宝とは異なる組成であるが、近い分布を示す開元通宝がないため詳細は不明である。

III. 材料産地推定に関する結果と考察

1. 中央アジア地域における鉛同位体比の分布

本研究を行うにあたり、中央アジアおよび中央アジア周辺地域の鉛同位体比がどのような分布を示すのか確認するため、中央アジア諸国とその周辺地域、特に新疆やイランの鉱石の鉛同位体比を調査した。使用した鉱石のデータは、Killick et al. (2020) による報告で示された、地域別の鉛同位体比データベースと、Hsu and Sabatini (2019) の報告でまとめられた、中国の鉛同位体比データベースおよび論文

からデータを引用した。鉱石の鉛同位体比データは $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ (A式図)、 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (B式図) で表している。これを図5に示す。

図5 (a) から、新疆、ウズベキスタン、キルギス、カザフスタンの鉛同位体比は同様の分布を示す。一方、イラン、タジキスタンは他の地域の鉛同位体比とは異なる分布を示す。つまり、A式図では新疆、ウズベキスタン、キルギスの天山山脈周辺地域とカザフスタンの鉛同位体比が同じ分布を示していることがわかる。一方、イランとタジキスタンは異なる分布を示していることから、A式図では、イラン、タジキスタン、天山山脈周辺地域とカザフスタンの大まかに3つの地域で、産地の判別が可能であると考えられる。また、図5 (b) では、新疆、キルギス、ウズベキスタンの鉛同位体比が近い分布を示す。イラン、タジキスタン、カザフスタンはそれぞれ異なる分布範囲を示す。しかし、イランと一部キルギスのデータ、タジキスタンと一部ウズベキスタンのデータ、カザフスタンと一部新疆のデータが同様の分布を示す。このように、B式図では、天山山脈周辺地域の鉛同位体比がA式図よりも大きくばらついて分布しているため、これら産地の同定は困難と思われる。しかし、A式図では天山山脈周辺地域と同様の分布を示していたカザフスタンが異なる分布を示しているため、A式図とB式図を併用することで、カザフスタンは判別可能だと考えられる。よって、本研究では、比較的傾向が判別し易いA式図を中心

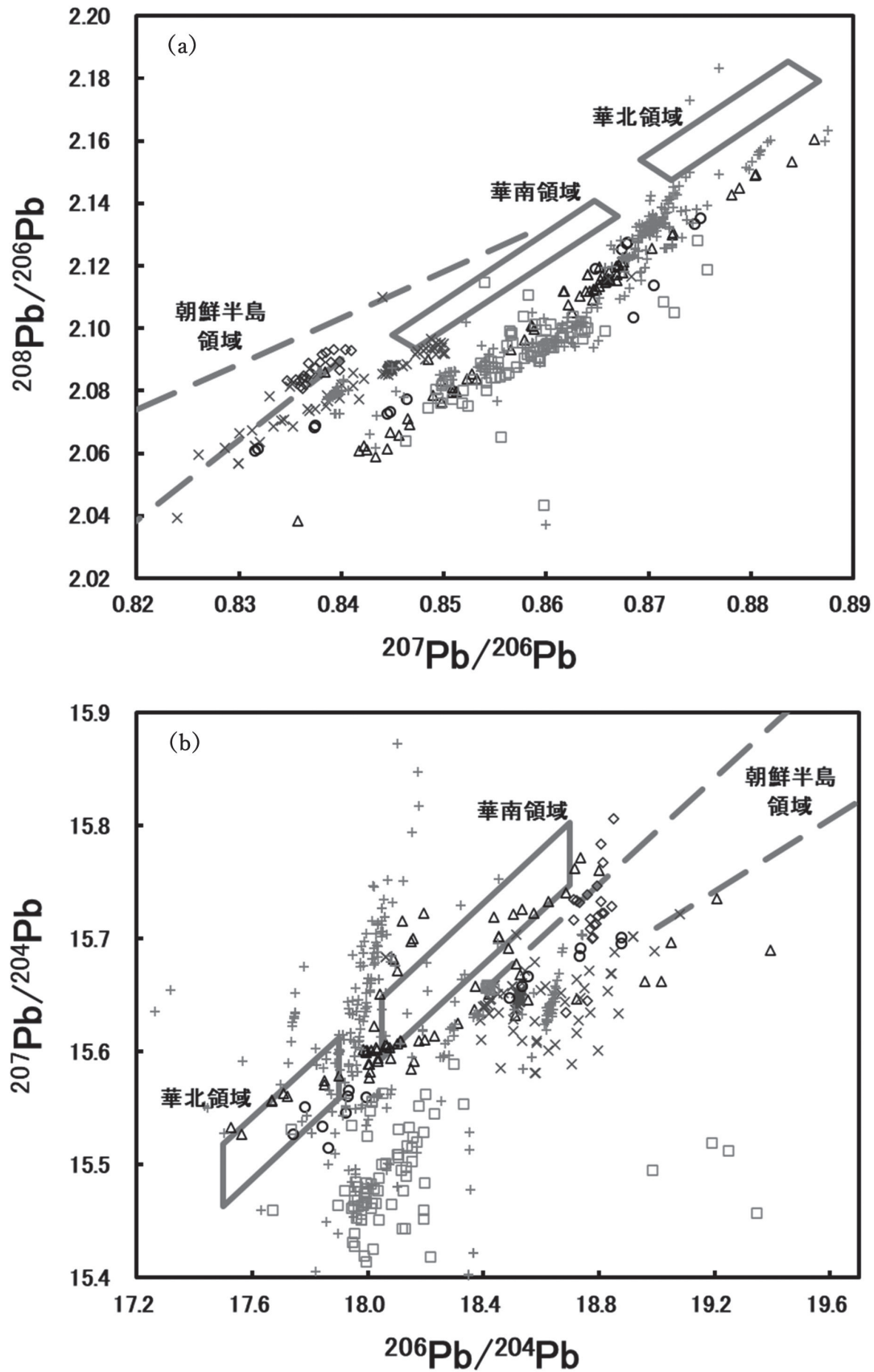


図5. 中央アジアとその周辺地域の鉱石の鉛同位体比分布 (a)A式図, (b)B式図

△ウズベキスタン (Chernyshev et al, 2017; Merkel et al, 2013; Chiaradia et al, 2006), ×イラン (Rahimi, 2020; Mirnejad et al, 2015; Mirnejad et al, 2011; Pernicka et al, 2011; Shafiei, 2010; Nezafati et al, 2009; Brill et al, 1997), ○キルギス (Chiaradia et al, 2006; Jenchuraeva, 1997), ◇タジキスタン (Pavlova and Borisenko, 2009), □カザフスタン (Chugaeva et al, 2021; Wong et al, 2017; Syromyatnikov et al, 1988), +新疆 (李 and 王, 2006; Chiaradia et al, 2006; Hsu and Sabatini, 2019)

に、適宜B式図も対応しながら材料産地の推定を行う。

2. 材料産地推定の結果と考察

コインに用いられた材料の産地を明らかにするために、鉛同位体比測定を行った。分析に供したのは、対象資料32点中、28点であるが、そのうち3点は測定エラーのため結果を示していない。また、残りの資料4点は個人所有資料のため分析を行っていない。内訳はテュルゲシュコイン9点、開元通宝3点、アラブ・サーサーン2点、サマルカンドコイン3点、ホラズムコイン5点（内銀貨2点）、タシュケントコイン3点である。分析で得られた鉛同位体比値を表3に示す。各試料について測定値が示した誤差範囲内にあることを確認している。分析対象資料の測定結果を図6に示す。結果は $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ - $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ （A式図）、 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ （B式図）で表している。また、産地推定を行うにあたり、分析結果にあわせて、中央アジアとその周辺地域、特に新疆やイランの鉱石の鉛同位体比との比較を行った。コインの分類ごとに比較した図を図7～12に示す。図7にはテュルゲシュコインの測定結果を示し、図8は開元通宝、図9はアラブ・サーサーン銀貨、図10はサマルカンドコイン、図11はホラズムコイン、図12はタシュケントコインの測定結果をそれぞれ示す。

(1). テュルゲシュコイン（sc0001～sc0009）

図7(a) A式図、(b) B式図から、テュルゲシュコインは鉛同位体比の分布から2つのグループに分類できる。

グループIにはsc0001、sc0002、sc0005、sc0008が含まれる。図7(a)、(b)では、sc0001、sc0002、sc0005の鉛同位体比がそれぞれ近い範囲に分布しており、やや離れる位置にsc0008が分布する。sc0001、sc0002、sc0005は特に新疆の鉱石の鉛同位体比は集中する範囲に位置することから、これら3つのテュルゲシュコインは新疆で採掘された鉱石を使用している可能性がある。sc0008は図7(a)から、新疆、ウズベキスタン、キルギスの鉱石の鉛同位体比が近くに位置する。また、図7(b)では、近い鉛同位体比を持つ鉱石はないが、付近にキルギスや新疆の鉱石の鉛同位体比が位置することから、新疆やキルギスといった天山山脈周辺地域から採掘された鉱石を使用している可能性がある。

グループIIにはsc0003、sc0004、sc0006、sc0007、sc0009が含まれる。図7(a)では、sc0006、sc0007、sc0009が天山山脈周辺地域の鉱石やカザフスタンの鉱石が集中する範囲に位置する。一方、sc0003、sc0004は天山山脈周辺地域やカザフスタンの分布範囲から外れており、華南領域の付近に位置する。また、sc0003はイランの鉱石の近くにも位置する。図7(b)では、5つのコインがまとまって分布しており、新疆やウズベキスタンの鉱石、華南領域が近くに位置する。また、sc0003はA式図と同様にイラン鉱石の近くに位置する。よって、sc0006、sc0007、sc0009は新疆やウズベキスタン産の鉱石を使用している可能性がある。sc0003、sc0004はA式図、B式図ともに華南領域の付近に位置するため中国産の可能性があり、sc0003については、イラン鉱石を使用している可能性も考えられるが、産地の同定は困難である。つまり、グループIIには、天山山脈周辺地域産の鉱石と産地不明のコインが位置する。

以上、テュルゲシュコインの鉛同位体比から2つグループに分類し、鉱石の鉛同位体比と比較を行うことで、コインに使用された材料産地の推定を試みた。次に鉛同位体比グループとコインの発行年代や法量、蛍光X線分析の結果より判明したコインに含まれる銀の有無を比較したところ、各グループ内でコインごとに分類できることが判明した。比較した結果を表4に示す。

表4から、グループIに含まれるコインは、グループIaとグループIbに分けられる。グループIaは対象資料の中で最も大型であり、8世紀前半の発行と考えられるコインが集まる。グループIbは、8世紀後半の発行と考えられ、小型で銀を含むという特徴がみられる。グループIIは、グループIIaとグループIIbに分けられる。グループIIaは8世紀前半の発行と考えられる、中型のコインという特徴を持つ。グループIIbのコインは、大きさや重さはそれぞれ異なるが、8世紀後半の発行と考えられ、銀を含む特徴がみられる。

以上から、テュルゲシュコインはグループIaとグループIIaのように同じ8世紀前半の発行と考えられるコインであっても、その形状によって鉛同位体比が異なるため、コインの型式によって材料の入手先が異なっていた可能性がある。また、グループIbやグループIIbの8世紀後半の発行と考えられるコインは、型式と鉛同位体比に相関がみられない。

表3. 中央アジアコインの鉛同位体比値

資料番号	資料	鉛同位体比値					鉛同位体比
		$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	測定番号
sc0001	テュルゲシュ	17.875	15.580	38.189	0.8716	2.1365	TC0071
sc0002	テュルゲシュ	17.883	15.603	38.259	0.8725	2.1394	TC0072
sc0003	テュルゲシュ	18.398	15.663	38.641	0.8513	2.1004	TC0073
sc0004	テュルゲシュ	18.271	15.648	38.571	0.8565	2.1111	TC0074
sc0005	テュルゲシュ	17.934	15.614	38.312	0.8706	2.1363	TC0075
sc0006	テュルゲシュ	18.175	15.633	38.299	0.8601	2.1072	TC0076
sc0007	テュルゲシュ	18.276	15.633	38.295	0.8554	2.0954	TC0077
sc0008	テュルゲシュ	17.673	15.502	37.819	0.8772	2.1399	TC0078
sc0009	テュルゲシュ	18.195	15.614	38.214	0.8582	2.1003	TC0079
sc0010	開元通宝	18.572	15.714	38.974	0.8461	2.0985	TC0081
sc0011	開元通宝	18.171	15.592	38.538	0.8581	2.1208	TC0089
sc0012	開元通宝	18.202	15.637	38.656	0.8591	2.1237	TC0082
sc0013	アラブ・サーサーン	18.401	15.619	38.484	0.8488	2.0914	TC0093
sc0014	アラブ・サーサーン	18.798	15.677	38.905	0.8339	2.0696	TC0094
sc0015	サマルカンド	18.542	15.665	38.752	0.8449	2.0899	TC0080
sc0016	サマルカンド	18.577	15.721	38.955	0.8463	2.0969	TC0083
sc0017	サマルカンド	18.394	15.644	38.557	0.8505	2.0962	TC0084
sc0018	ホラズム	18.508	15.655	38.627	0.8459	2.0870	TC0097
sc0019	ホラズム	18.686	15.699	38.975	0.8402	2.0858	TC0102
sc0020	ホラズム	18.429	15.670	38.575	0.8503	2.0931	TC0098
sc0021	ホラズム	18.733	15.727	39.098	0.8395	2.0872	TC0099
sc0023	ホラズム	18.611	15.741	39.018	0.8458	2.0966	TC0085
sc0027	タシュケント	18.150	15.638	38.346	0.8616	2.1128	TC0086
sc0028	タシュケント	18.361	15.647	38.681	0.8522	2.1067	TC0087
sc0029	タシュケント	18.232	15.679	38.646	0.8600	2.1197	TC0088
誤差(±)		0.010	0.010	0.030	0.0003	0.0006	

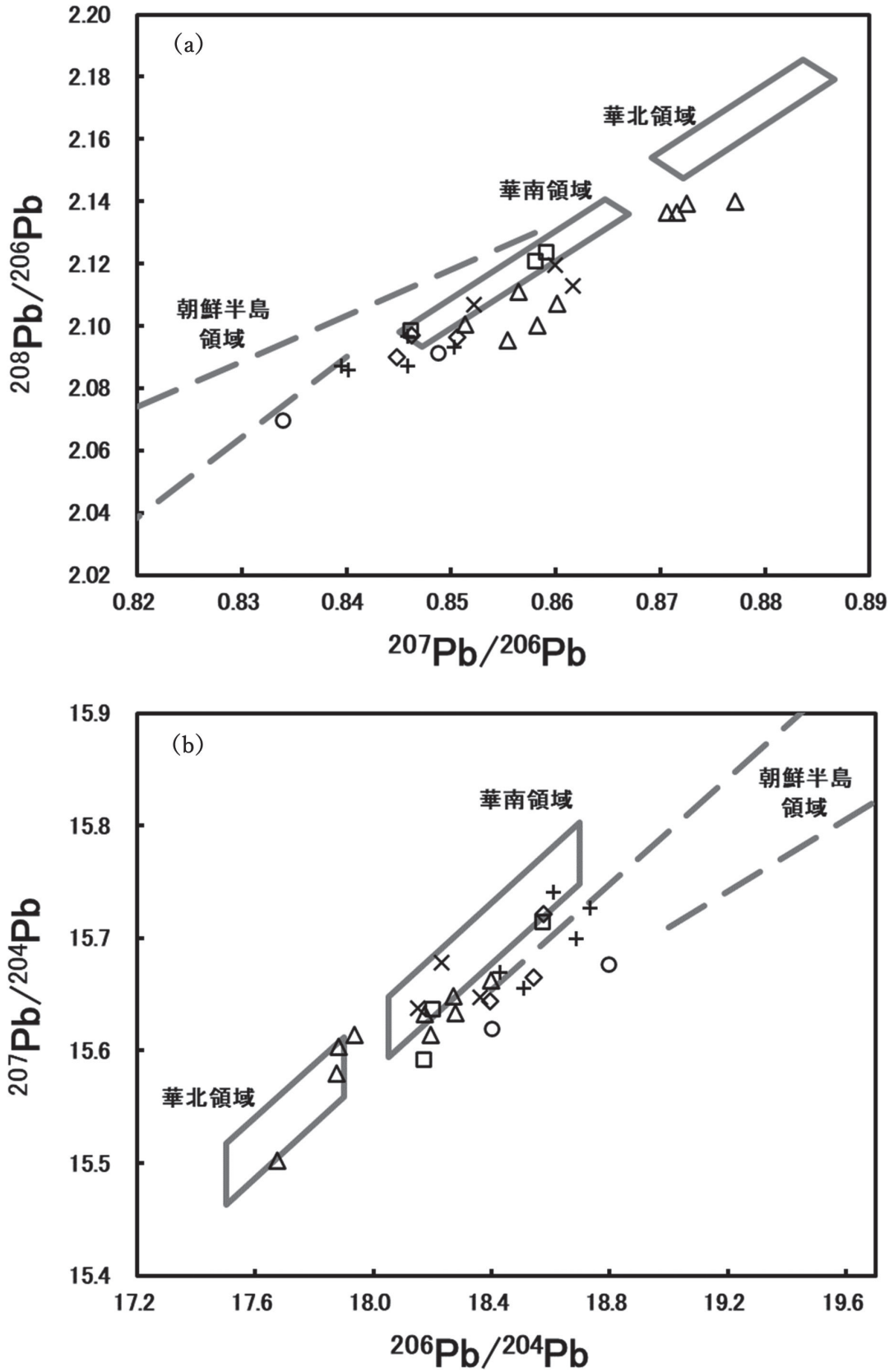


図6. 中央アジアコインの鉛同位体比 (a)A式図, (b)B式図
 △テュルゲシュコイン, □開元通宝, ○アラブ・サーサーン銀貨, ◇サマルカンドコイン, +ホラズムコイン,
 ×タシュケントコイン

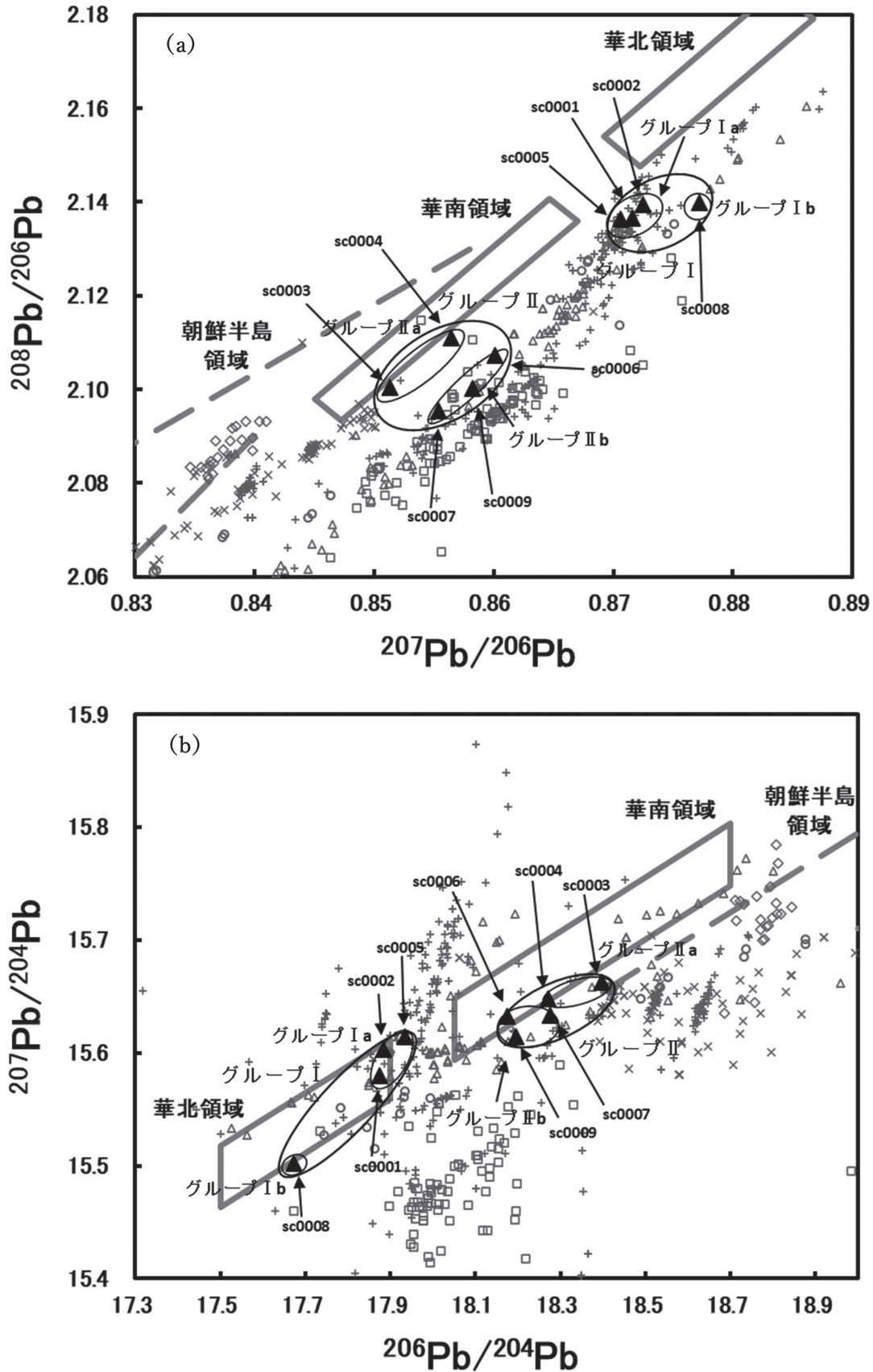


図7 テュルゲシュコインの測定結果と中央アジアの鉱石の鉛同位体比の比較 (a)A式図, (b)B式図

▲テュルゲシュコイン

△ウズベキスタン (Chernyshev et al, 2017; Merkel et al, 2013; Chiaradia et al, 2006), ×イラン (Rahimi, 2020; Mirnejad et al, 2015; Mirnejad et al, 2011; Pernicka et al, 2011; Shafiei, 2010; Nezafati et al, 2009; Brill et al, 1997), ○キルギス (Chiaradia et al, 2006; Jenchuraeva, 1997), ◇タジキスタン (Pavlova and Borisenko, 2009), □カザフスタン (Chugaeva et al, 2021; Wong et al, 2017; Syromyatnikov et al, 1988), + 新疆 (李 and 王, 2006; Chiaradia et al, 2006; Hsu and Sabatini, 2019)

しかし、グループⅡbのコインは近い鉛同位体比の分布を示すことから、同じ産地の鉱石からそれぞれ異なる型式のコインを作っていた可能性がある。このように、テュルゲシュコインは8世紀前半と後半のコインで材料産地が異なるほか、コインの製造における様式も変化している可能性がある。

(2). 開元通宝 (sc0010~sc0012)

図8(a) A式図から、3点とも華南領域内に位置する。また、図8(b) B式図から、sc0010とsc0012が華南領域内に位置する。sc0011は華南領域外であるが、A式図ではsc0011の付近に他地域の鉱石の鉛同位体比が位置しないため、3点の開元通宝は中国産の鉛鉱石を主として使用している可能性がある。

これまで、X線透過撮影や蛍光X線分析によってこれらの開元通宝が中国本土の影響を強く受けていることを示したが、材料産地推定の結果からも同様のことがいえる。よって、これらの開元通宝は、中国本土で鑄造されたものが中央アジアに流入したか、高い鑄造技術を持った職人が中央アジアで中国産の原材料を使用して鑄造した可能性がある。

(3). アラブ・サーサーン銀貨 (sc0013, sc0014)

図9(a) から、鉱石との比較ではイランの鉱石の範囲と重なる。また、図9(b) から、イランの鉱石の近くに位置することから、イラン産の鉱石を使用している可能性がある。

(4). サマルカンドコイン (sc0015~sc0017)

図10(a)、(b) から、sc0015とsc0017はイラン産

石の範囲の近くに位置するため、イラン産の鉛鉱石を使用している可能性がある。また、sc0016は華南領域内に位置することから、中国産の鉱石を使用している可能性がある。

(5). ホラズムコイン (sc0018~sc0021, sc0023)

図11(a)、(b) から、sc0018とsc0020はイラン産の鉱石の範囲の近くに位置するため、イランの鉱石を使用している可能性がある。sc0023はA式図、B式図とも華南領域内に位置することから、中国産の鉛鉱石を使用している可能性がある。また、sc0021はタジキスタンの鉱石の鉛同位体比と近いことから、タジキスタン産鉱石を使用している可能性がある。sc0019はタジキスタンの他に、イランや新疆の鉱石の鉛同位体比が近くに位置するため、産地を同定することは難しい。

(6). タシュケントコイン (sc0027~sc0029)

図12(a) から、sc0028は華南領域内に位置し、sc0029は華南領域の近くに位置する。sc0027はウズベキスタンの鉱石の鉛同位体比と重なる。図12(b) では、sc0029は華南領域内に位置するため、中国産の鉛鉱石が使用されている可能性がある。また、sc0028は華南領域付近に位置するため中国産の鉛を主として使用した可能性がある。sc0027は華南領域内に位置し、新疆の鉱石の鉛同位体比とも重なる。よって、各地域の鉛同位体比と近い分布を示しつつもどの地域にも当てはまらないため、産地の異なる鉛が混合している可能性がある。

表4. テュルゲシュコインの鉛同位体比グループの比較

鉛同位体比グループ	時代	大きさ(mm)	重さ(g)	Ag(mass%)	分析番号
グループⅠa	8c前半	24.2×24.3	6.08	0.0	sc0001
グループⅠa	8c前半	23.8×23.9	4.84	0.0	sc0002
グループⅠa	8c前半	23.5×23.6	4.29	0.0	sc0005
グループⅠb	8c後半?	15.5×16.3	1.16	1.2	sc0008
グループⅡa	8c前半	20.7×20.8	1.60	0.0	sc0003
グループⅡa	8c前半	20.7×21.3	2.02	0.0	sc0004
グループⅡb	8c後半	20.6×20.7	2.05	0.6	sc0006
グループⅡb	8c後半	18.1×18.8	1.55	0.6	sc0007
グループⅡb	8~9c	9.4×10.5	0.30	0.9	sc0009

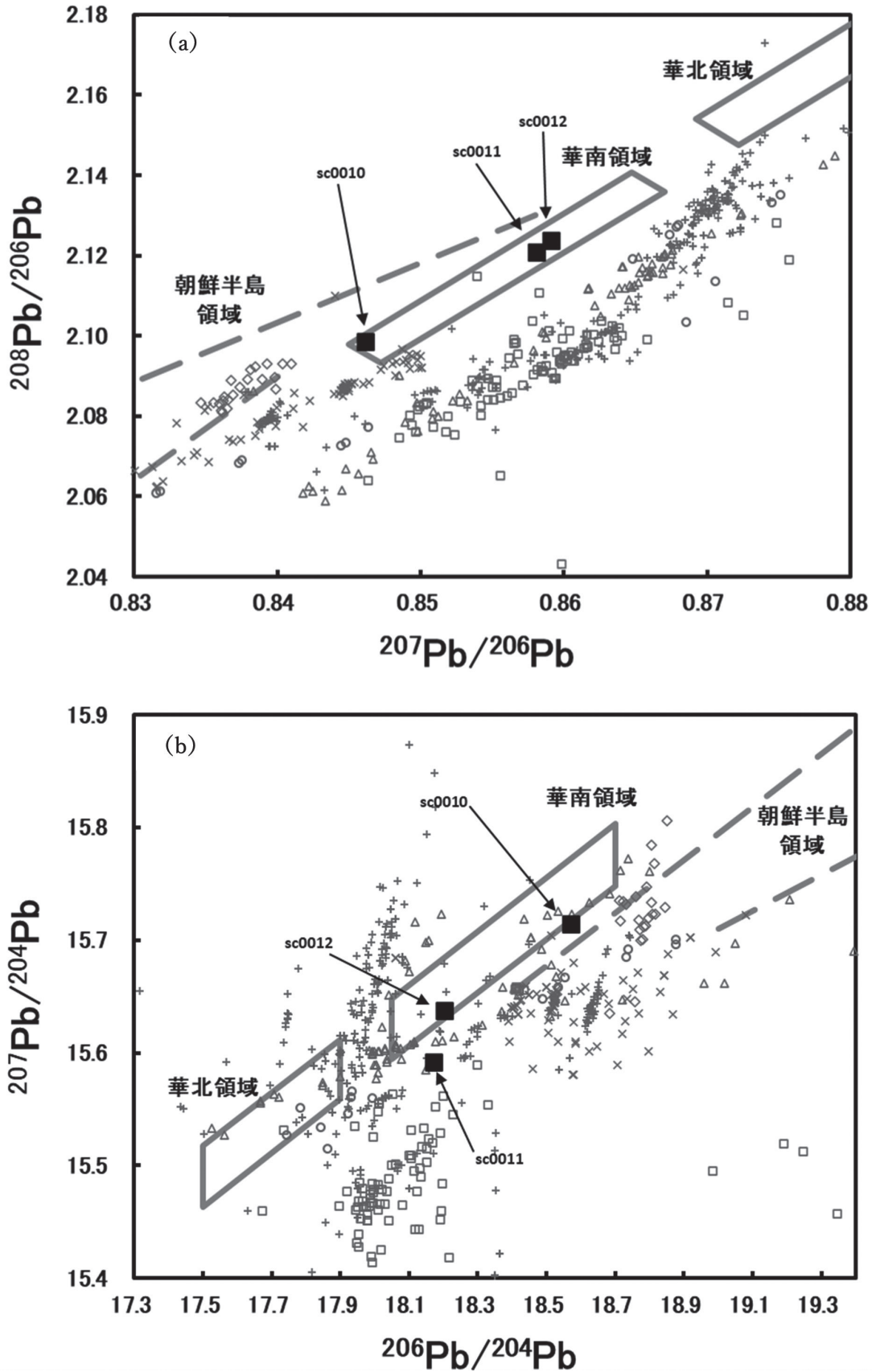


図8. 開元通宝の測定結果と中央アジアの鉱石の鉛同位体比の比較 (a)A式図, (b)B式図

■ 開元通宝

△ウズベキスタン (Chernyshev et al, 2017; Merkel et al, 2013; Chiaradia et al, 2006), ×イラン (Rahimi, 2020; Mirnejad et al, 2015; Mirnejad et al, 2011; Pernicka et al, 2011; Shafiei, 2010; Nezafati et al, 2009; Brill et al, 1997), ○キルギス (Chiaradia et al, 2006; Jenchuraeva, 1997), ◇タジキスタン (Pavlova and Borisenko, 2009), □カザフスタン (Chugaeva et al, 2021; Wong et al, 2017; Syromyatnikov et al, 1988), + 新疆 (李 and 王, 2006; Chiaradia et al, 2006; Hsu and Sabatini, 2019)

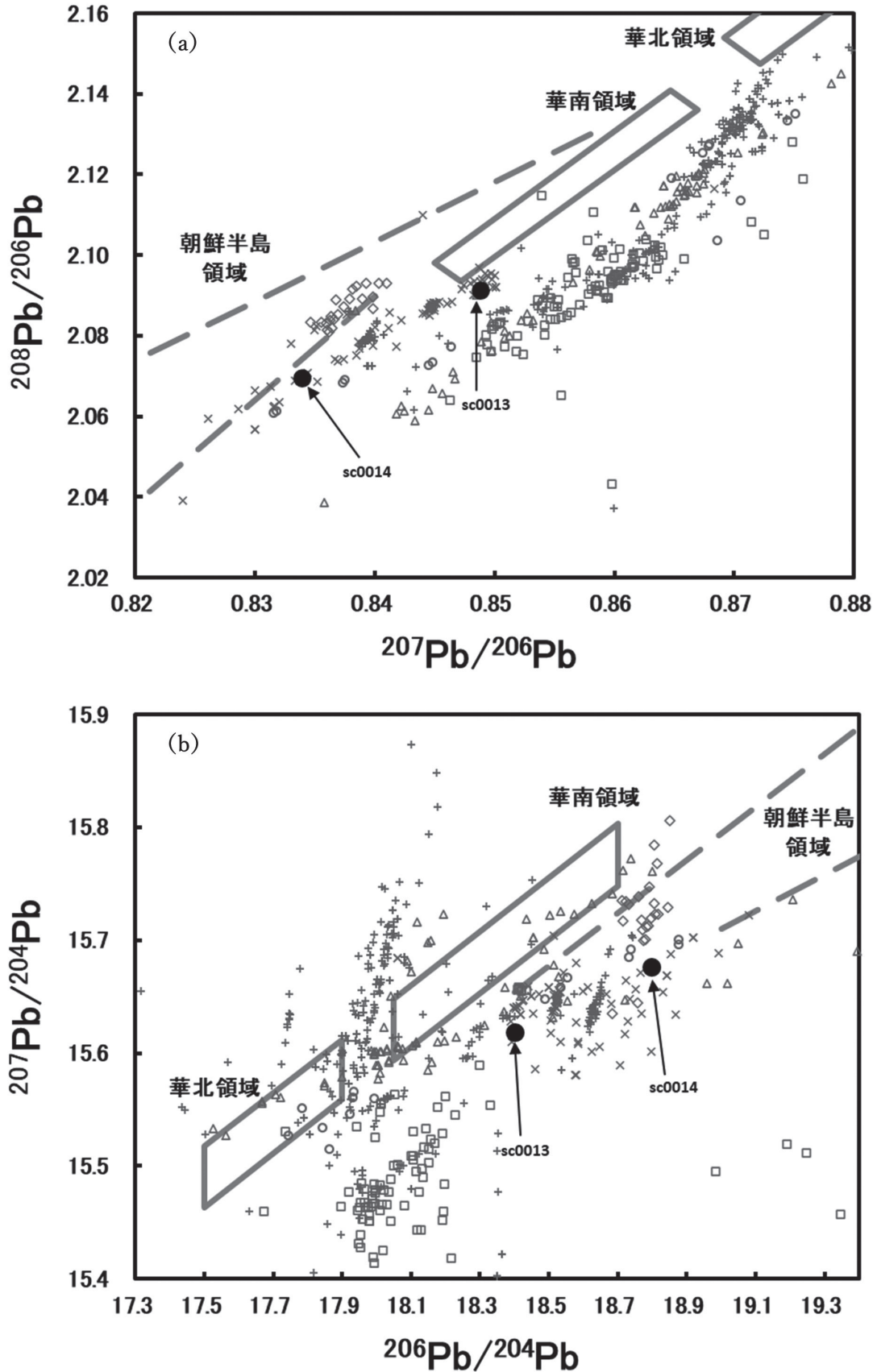


図9. アラブ・サーサーン銀貨の測定結果と中央アジアの鉱石の鉛同位体比の比較 (a) A式図, (b) B式図
 ●アラブ・サーサーン銀貨
 △ウズベキスタン (Chernyshev et al, 2017; Merkel et al, 2013; Chiaradia et al, 2006), ×イラン (Rahimi, 2020; Mirnejad et al, 2015; Mirnejad et al, 2011; Pernicka et al, 2011; Shafiei, 2010; Nezafati et al, 2009; Brill et al, 1997), ○キルギス (Chiaradia et al, 2006; Jenchuraeva, 1997), ◇タジキスタン (Pavlova and Borisenko, 2009), □カザフスタン (Chugaeva et al, 2021; Wong et al, 2017; Syromyatnikov et al, 1988), +新疆 (李 and 王, 2006; Chiaradia et al, 2006; Hsu and Sabatini, 2019)

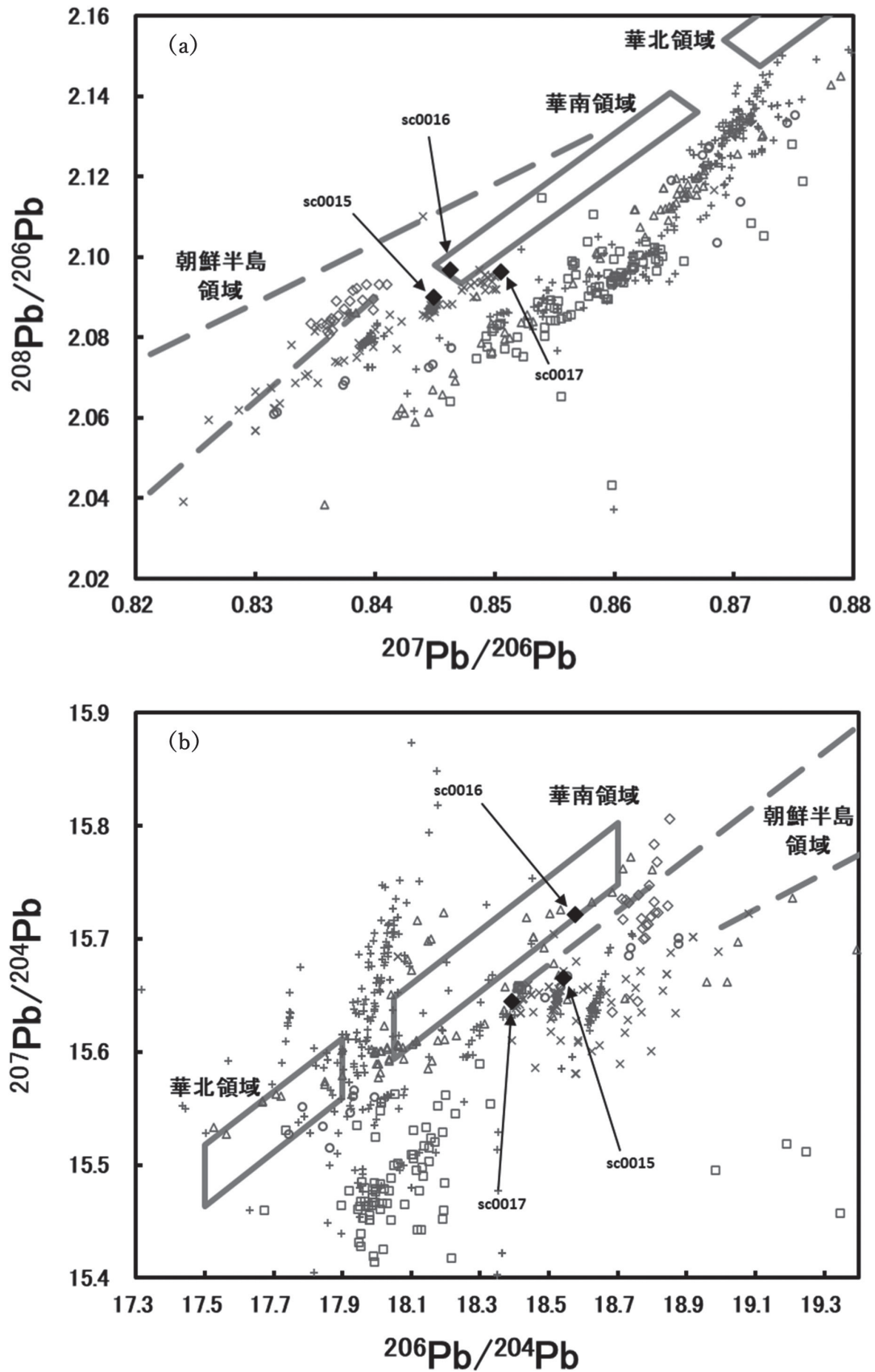


図10. サマルカンドコインの測定結果と中央アジアの鉱石の鉛同位体比の比較 (a)A式図, (b)B式図

◆サマルカンドコイン

△ウズベキスタン (Chernyshev et al, 2017; Merkel et al, 2013; Chiaradia et al, 2006), ×イラン (Rahimi, 2020; Mirnejad et al, 2015; Mirnejad et al, 2011; Pernicka et al, 2011; Shafiei, 2010; Nezafati et al, 2009; Brill et al, 1997), ○キルギス (Chiaradia et al, 2006; Jenchuraeva, 1997), ◇タジキスタン (Pavlova and Borisenko, 2009), □カザフスタン (Chugaeva et al, 2021; Wong et al, 2017; Syromyatnikov et al, 1988), + 新疆 (李 and 王, 2006; Chiaradia et al, 2006; Hsu and Sabatini, 2019)

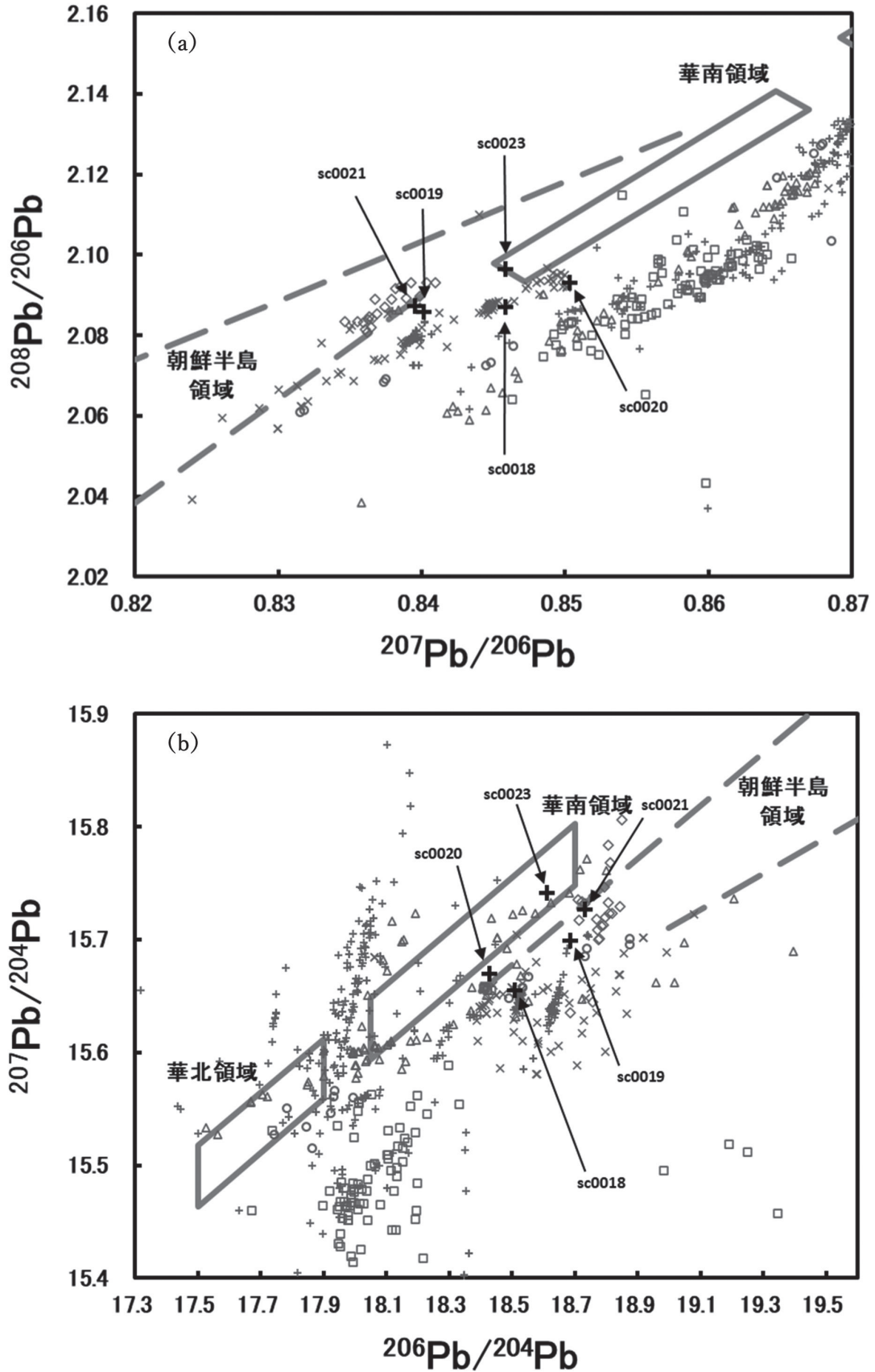


図11. ホラズムコインの測定結果と中央アジアの鉱石の鉛同位体比の比較 (a)A式図, (b)B式図

✦ホラズムコイン

△ウズベキスタン (Chernyshev et al, 2017; Merkel et al, 2013; Chiaradia et al, 2006), ×イラン (Rahimi, 2020; Mirnejad et al, 2015; Mirnejad et al, 2011; Pernicka et al, 2011; Shafiei, 2010; Nezafati et al, 2009; Brill et al, 1997), ○キルギス (Chiaradia et al, 2006; Jenchuraeva, 1997), ◇タジキスタン (Pavlova and Borisenko, 2009), □カザフスタン (Chugaeva et al, 2021; Wong et al, 2017; Syromyatnikov et al, 1988), +新疆 (李 and 王, 2006; Chiaradia et al, 2006; Hsu and Sabatini, 2019)

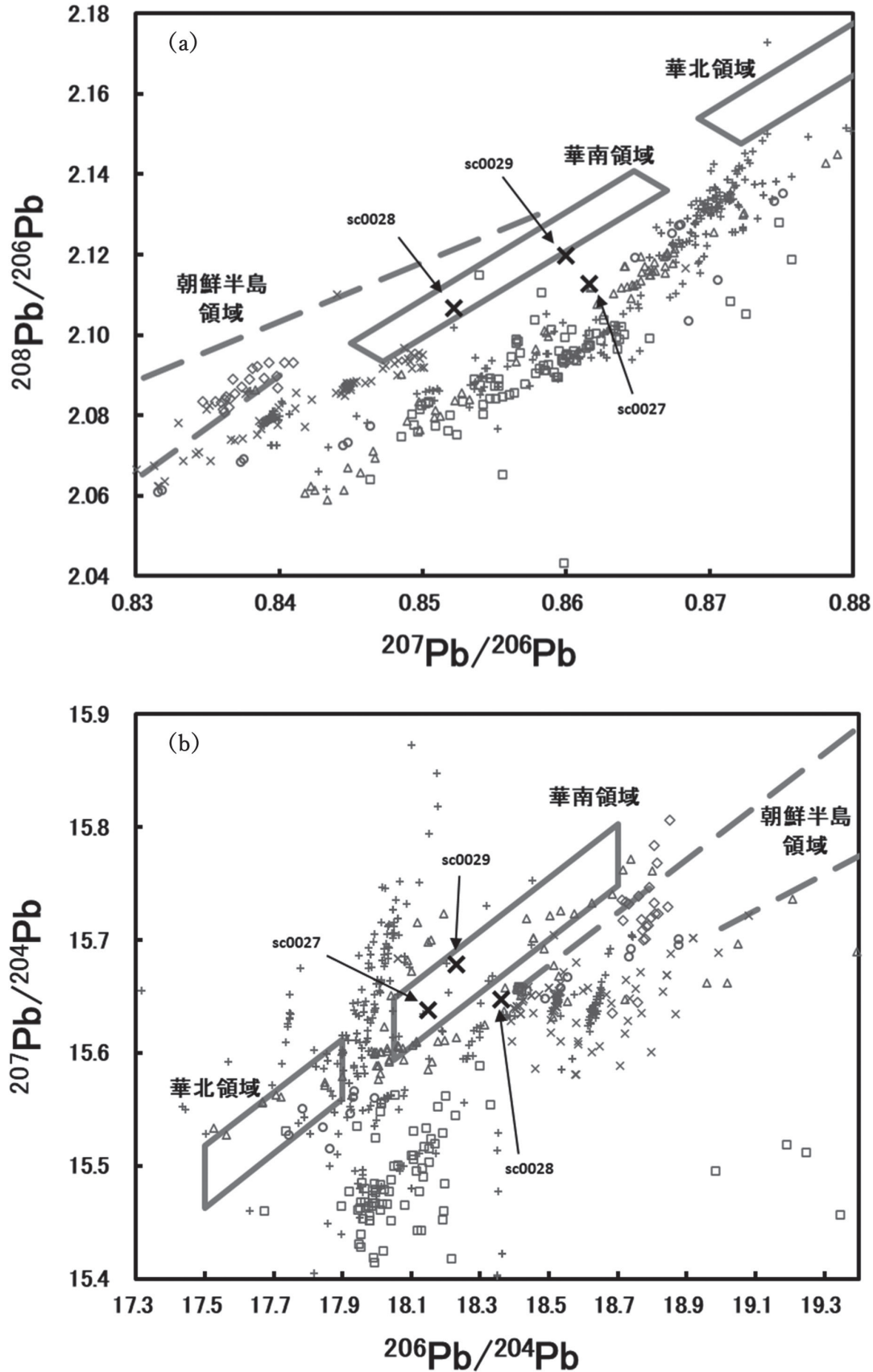


図12. タシュケントコインの測定結果と中央アジアの鉱石の鉛同位体比の比較 (a)A式図, (b)B式図
×タシュケントコイン

△ウズベキスタン (Chernyshev et al, 2017; Merkel et al, 2013; Chiaradia et al, 2006), ×イラン (Rahimi, 2020; Mirnejad et al, 2015; Mirnejad et al, 2011; Pernicka et al, 2011; Shafiei, 2010; Nezafati et al, 2009; Brill et al, 1997), ○キルギス (Chiaradia et al, 2006; Jenchuraeva, 1997), ◇タジキスタン (Pavlova and Borisenko, 2009), □カザフスタン (Chugaeva et al, 2021; Wong et al, 2017; Syromyatnikov et al, 1988), +新疆 (李 and 王, 2006; Chiaradia et al, 2006; Hsu and Sabatini, 2019)

IV. コインからみた中央アジアの金属流通

材料産地推定の結果を踏まえて、コインからみた中央アジアにおける金属流通について検討する。

テュルゲシュコインの推定された材料産地は、新疆とウズベキスタンであるため、基本的に天山山脈周辺地域、つまり、在地の材料を利用している可能性がある。テュルゲシュが自ら材料を入手していたのかは不明ではあるが、仮に交易で入手したとしても、ウズベキスタンと新疆の間という限られた範囲での交易で材料を入手していたと考えられる。さらに、8世紀前半と8世紀後半では、コインの製造における様式や材料産地が異なる可能性がある。テュルゲシュは8世紀前半の蘇祿（在位：715?～738）という可汗の死後、内乱によって徐々に衰退し、やがてカルルクという遊牧民族に取って代わることが知られる（森安, 2015）。このような、テュルゲシュ内部の政治的動向の変化が、コインの製造や材料産地の変化を反映していると考えられる。

開元通宝やアラブ・サーサーン銀貨はそれぞれの帰属する地域の材料を利用している。つまり、本国で発行されたコインが中央アジアに流入したと考えられる。しかし、対象資料である開元通宝のように中央アジアで出土したものは、現地で作られた可能性もある。

サマルカンドコインやホラズムコインの材料の入手先はサマルカンドが中国とイラン、ホラズムが中国とイランとタジキスタンであると考えられる。よって在地の材料を使用している可能性は低く、交易によって得られた材料を用いてコインを作っていたと思われる。また、サマルカンドやホラズムのコインは8世紀ごろの資料が多く、イランの鉛同位体比と同様の特徴を示すものが多くみられることから、8世紀ごろのサマルカンドやホラズムの交易がイスラーム勢力の影響を大きく受けている可能性が高い。よって、8世紀ごろのサマルカンドやホラズムでは特にイスラーム勢力との交易によってコインの材料を入手していたと考えられる。

タシュケントコインの材料の入手先は主に中国の可能性がある。よって、タシュケントは唐との交易からコインの材料を入手していたと考えられる。対象資料の中には7世紀に遡るコインもあることから、唐による中央アジアの支配が7世紀ごろのタシュケントの交易に影響を与えたため、材料産地に

反映されたと考えられる。

以上、イスラーム化以前の中央アジア地域では、天山山脈周辺地域および東の中国と西のイラン、それぞれの地域から材料を入手してコインに利用している可能性あることが判明した。中央アジアの各地域によってそれぞれ特色があり、同じ帰属のコインであっても複数の産地から材料を入手している場合が多く、発行年代によっても材料産地が変化すると考えられる。

おわりに

本研究では、7～8世紀ごろの中央アジアで流通していたコインを対象に科学的調査を行った。結果は以下のようにまとめられる。

X線透過撮影では、中央アジアの中国式コインと開元通宝で材料や鑄造技術に違いがある。

蛍光X線分析の結果、合金種は7種に分類でき、多くのコインは複数の合金種で構成される。また、全体的に鉛が多く含まれており、一部のコインは時代を経るごとに鉛含有量が増加傾向にあることが判明した。テュルゲシュコインは8世紀後半のコインに銀が含有され、8世紀前半のコインには含まれないことから、8世紀前半と後半のコインに使用された鉱石が異なる可能性がある。さらに、対象資料の開元通宝と先行研究の開元通宝の組成を比較したところ、対象資料は中国本土で発行された開元通宝と同様の特徴を示す。

材料産地推定の結果から金属流通を検討した結果、テュルゲシュコインはコインの型式や発行年代によって材料産地が異なり、主に在地から材料を入手していると考えられる。開元通宝やアラブ・サーサーン銀貨はそれぞれの帰属する地域の材料を利用しているため、本国で作られたコインが中央アジアに流入したと考えられる。サマルカンドコインやホラズムコイン、タシュケントコインの材料の入手先は、サマルカンドが中国とイラン、ホラズムが中国とイランとタジキスタン、タシュケントは中国であると推定されるため、在地の材料ではなく、交易によって得られた材料を用いてコインを製作していたと考えられる。

以上、本研究では鉛同位体比測定を主とした科学的調査からある一定の成果をあげることができたが、問題点もある。1つは産地の異なる材料が混合

したコインの判別である。基本的に鉛はその重さから長距離の交易品としては不向きであると考えられる。そのため、鉛のインゴットではなく金属製品として中央アジアに持ち込まれた可能性が十分にある。仮に金属製品を鋳つぶしてコインを鋳造しているならば、その際、他の産地の材料を用いた金属製品も混入することも考えられる。金属製品を鋳つぶし再利用する、つまり金属のリサイクルについて判別する明確な手法はないが、異なる産地の混合の問題については、分析の数を増やすことで、その結果の傾向から判別できる可能性がある。もう1つはコインの発行年代や出土地情報の精度の問題である。本研究で提示した手法において、これらは科学的調査の結果と合わせて検討を行うための重要な情報であるため、遺跡から直接出土した資料を分析することが望ましい。また、発行年代については、今後の考古学的研究の進展や年代測定を組み合わせた研究の進展が期待される。

謝辞

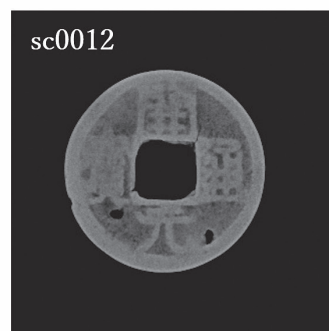
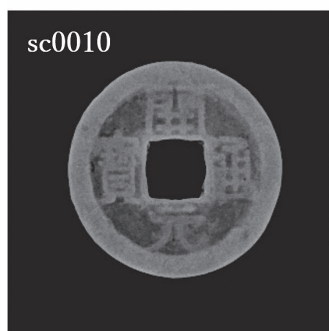
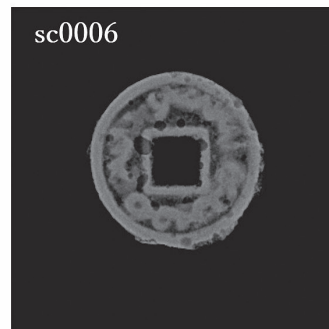
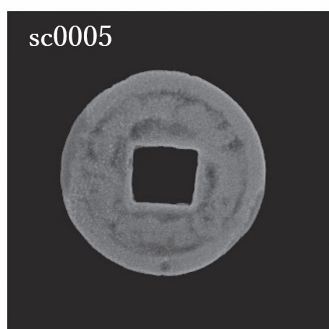
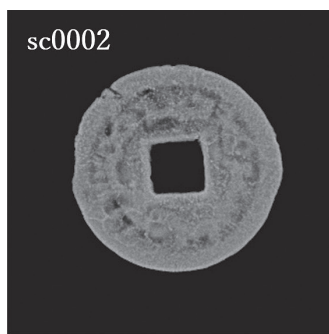
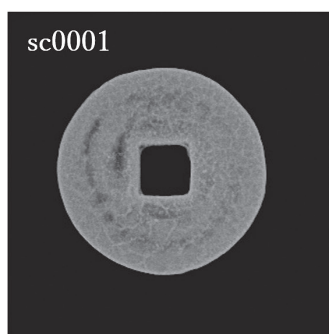
本研究を行うにあたり、帝京大学文化財研究所の山内和也先生および吉田豊先生には、コインの分類および銘文の判読にご協力頂きました。また、古代オリエント博物館の津村真輝子氏には、貴重な資料をご提供頂きました。心より感謝申し上げます。

文献

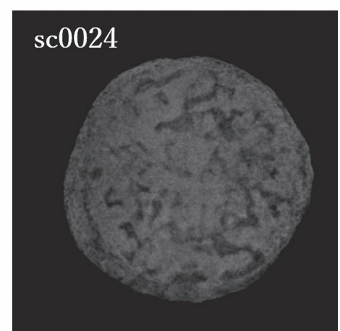
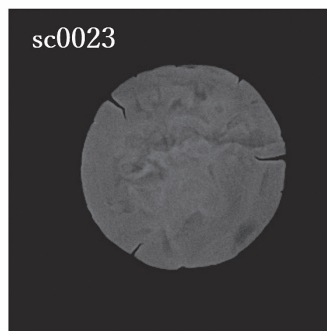
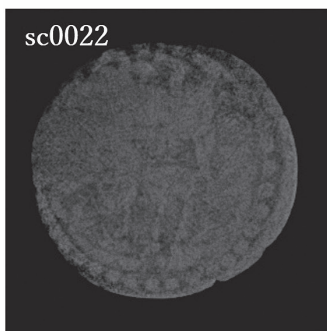
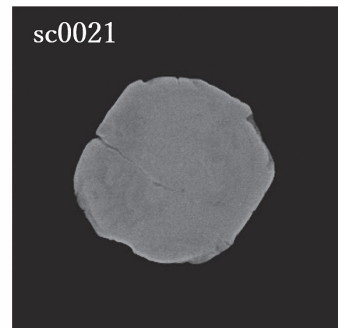
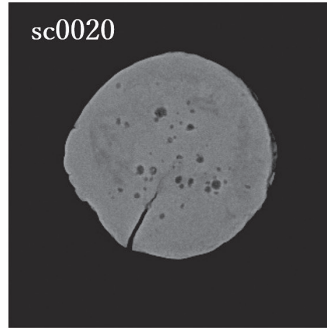
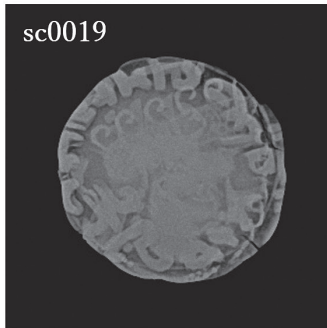
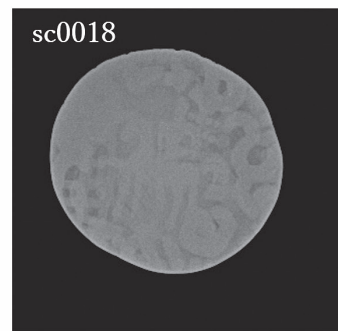
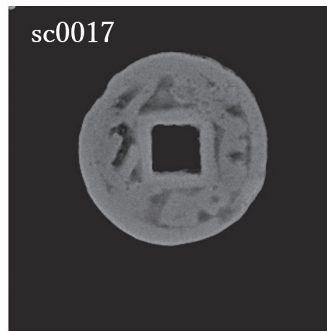
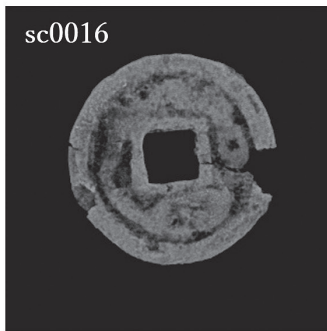
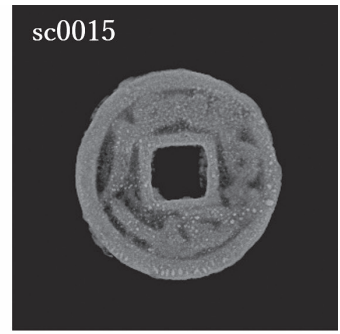
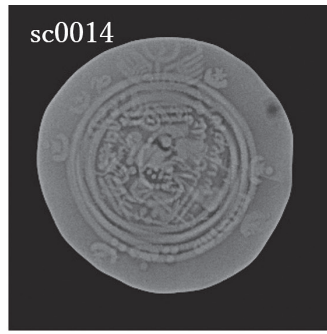
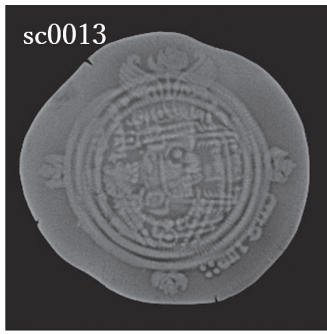
荒川正晴, 2010, ユーラシアの交通・交易と唐帝国. 名古屋大学出版会. 530-533.
 エドヴァルド・ルトヴェラゼ著, 加藤九祚訳, 2011, 考古学が語るシルクロード史 中央アジアの文明・国家・文化. 平凡社. 104-115.
 亀谷学, 2006, 七世紀中葉におけるアラブ・サーサーン銀貨の発行: アラブ戦士に対する俸給との関係から. 史学雑誌, 115, 9, 1505-1541.
 シルクロード学研究会編, 2003, 新疆出土のサーサーン式銀貨—新疆ウイグル自治区博物館蔵のサーサーン式銀貨—. シルクロード学研究会, 19, 1-15.
 曾布川寛, 吉田豊編, 2011, ソグド人の美術と言語. 臨川書店, 34-36.
 永井久美男編, 1994, 中世の出土銭—出土銭の調査と分類—. 兵庫埋蔵銭調査会, 98-99.
 平尾良光, 馬淵久夫, 1989, 表面電離型固体質量分析計VG-Sectorの規格化について. 保存科学, 28, 17-24.
 堀江皓, 2012, 鋳造欠陥現象の概論. SOKEIZAI, 53, 6
 森安孝夫, 2015, 東西ウイグルと中央ユーラシア. 名古屋大学

出版会, 186-187.
 Brill, R. H., Csilla, F. D., Shirahata, H., and Joel, E. C., 1997, Lead Isotope Analyses of Some Chinese and Central Asian Pigments. Conservation of Ancient Sites on the Silk Road. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 369-378.
 Chernyshev, I.V., Golubev, V. N., and Chugaev, A.V., 2017, Anomalous Lead Isotopic Composition of Galena and Age of Altered Uranium Minerals: a Case study of Chauli Deposits, Chatkal–Qurama District, Uzbekistan. Geol. Ore Deposits, 59, 551–560.
 Chiaradia, M., Konopelko, D., Seltmann, R., and Cliff, R. A., 2006, Lead isotope variations across terrane boundaries of the Tien Shan and Chinese Altay. Miner Deposita, 41, 411–428.
 Chugaeva, A.V., Plotinskaya, O.Y., Dubinina, E.O., Sadasyuk, A. S., Gareev, B. I., Kossova, S. A., and Batalin, G. A., 2021, Crustal Source of Pb and S at the Yubileynoe Porphyry Gold Deposit (Southern Urals, Kazakhstan): High Precision Pb–Pb and $\delta^{34}\text{S}$ Data. Geol. Ore Deposits, 63, 173–184.
 Hsu, Y. K., and Sabatini, B. J., 2019, A geochemical characterization of lead ores in China: An isotope database for provenancing archaeological materials. PLoS ONE, 14, 4, e0215973. <https://doi.org/10.7910/DVN/VID3WR>, Harvard Dataverse, V1, 2019. Filename : Pb Isotope Database for China.xlsx (参照2022年8月6日) .
 Jenchuraeva, R., 1997, Tectonic settings of porphyry-type mineralization and hydrothermal alteration in Paleozoic island arcs and active continental margins, Kyrgyz Range, (Tien Shan) Kyrgyzstan. Mineral. Deposita, 32, 434–440.
 Killick, D. J., Stephens, J. A., and Fenn, T. R., 2020, Geological constraints on the use of lead isotopes for provenance in archaeometallurgy. Archaeometry, 62, 86-105. Filename : arcm12573-sup-0001-LIA Regional Databases.xlsx. (参照2022年2月1日)
 Ma, D., Wang, Y., Yang, J., Bi, V., and Luo, W., 2022, A glimpse into the monetary supply network of the Tang empire in the seventh century CE: archaeometallurgical study of Kaiyuan Tongbao coins from Lafu Queke cemetery, Xinjiang, Northwest China. Heritage Science, 10, 178.
 Merkel, S. W., Sverchkov, L., Hauptmann, A., Hilberg, V., Bode, M., and Lehmann, R., 2013b Analysis of Slag, Ore, and Silver from the Tashkent and Samarkand Areas: Medieval Silver Production and the Coinage of Samanid Central Asia. Archäometrie Und Denkmalpflege, Metalla Sonderheft, 6.
 Mirnejad, H., Simonetti, A., and Molasalehi, F., 2011, Pb isotopic compositions of some Zn–Pb deposits and occurrences from Urumieh–Dokhtar and Sanandaj–Sirjan zones in Iran. Ore Geology Reviews, 39, 4, 181-187.
 Mirnejad, H., Simonetti, A., and Molasalehi, F., 2015, Origin and Formational History of Some Pb–Zn Deposits from Alborz and

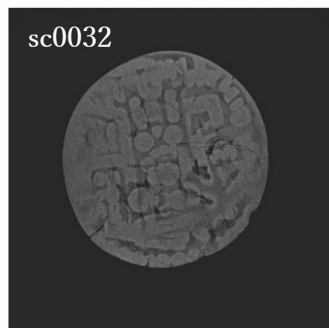
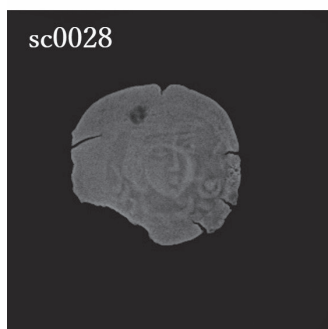
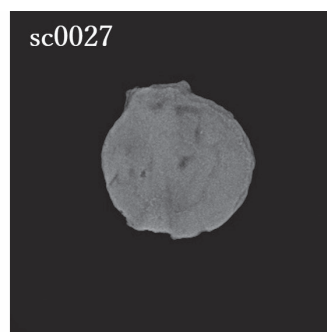
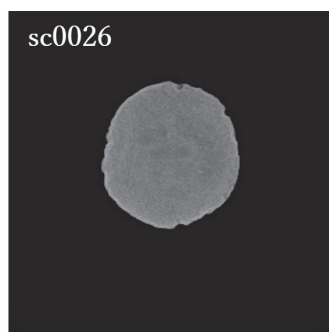
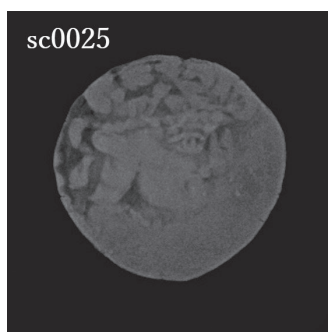
- Central Iran: Pb Isotope Constraints. *International Geology Review*, 57, 4, 463–471.
- Mortazavi, M., Naghavi, S., Khanjari, R., and Agha-Aligol, D., 2018, Metallurgical study on some Sasanian silver coins in Sistan Museum. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10, 1831–1840.
- Nezafati, N., Pernicka, E., and Momenzadeh, M., 2009, Introduction of the Deh Hosein Ancient Tin-Copper Mine, Western Iran: Evidence from Geology, Archaeology, Geochemistry and Lead Isotope Data. *The Turkish Academy of Sciences (TÜBA-AR)*, 223–236.
- Pavlova, G. G., and Borisenko, A. S., 2009, The Age of Ag-Sb Deposits of Central Asia and Their Correlation with Other Types of Ore Systems and Magmatism. *Ore Geology Reviews* 35, 2, 164–185.
- Pernicka, E., and Adam, K., Böhme, M., and Hezarkhani, Z., 2011, Archaeometallurgical research on the western Central Iranian Plateau, in: Abdolrasool Vatandoust. Parzinger, H., and Helwing, B., *Early Mining and Metallurgy on the Western Central Iranian Plateau. The first five years of work, Archäologie in Iran und Turan*, 9, 633–687.
- Pollard, A. M., and Liu, R., 2021, Chemical studies of Chinese coinage II: from Qin to Yuan (221 BCE–1368 CE). *Heritage Science*, 9, 56.
- Rahimi, F., 2020, Comparison of the Lead Isotopic Ratios in the Ancient Silver Mines of Iran and Provenance of Silver Vessels. *Knowledge of Conservation and Restoration, knowl Cons Rest*, 3, 1, 101–111.
- Shafiei, B., 2010, Lead Isotope Signatures of the Igneous Rocks and Porphyry Copper Deposits from the Kerman Cenozoic Magmatic Arc (SE Iran), and Their Magmatic-Metallogenetic Implications. *Ore Geology Reviews*, 38, 1–2, 27–36.
- Syromyatnikov, N. G., Kolesnikov, V. V., Ostapova, N. V., Filimonova, L. Y., Kovalskiy, V. S., and Solodilova, V. V., 1988, Ore-Lead Isotope Data on the Age of Kazakhstan Porphyry Copper Deposits. *Geochemistry International* 25, 8, 1–11.
- Thomalsky, J., Bräutigam, B., Karacuk, M., and Kraus, S., 2013, Early Mining and Metal Production in Afghanistan: The First Year of Investigations. *Archäologische Mitteilungen*. 45, 199–229.
- Wong, K. H., Zhou, M., Chen, W. T., O, Hugh., Lahaye, Y., and Chan, S. L. J., 2017, Constraints of Fluid Inclusions and In-Situ S-Pb Isotopic Compositions on the Origin of the North Kostobe Sediment-Hosted Gold Deposit, Eastern Kazakhstan. *Ore Geology Reviews*, 81, 1, 256–269.
- Zeimal, E. V., 1994, The Circulation of Coins in Central Asia during the Early Medieval Period (Fifth–Eighth Centuries A.D.). *Bulletin of the Asia Institute*, 8, 245–267.
- Смирнова О. И. 1981, -Сводный каталог согдийских монет. Бронза. Издательство "Наука" Главная редакция восточной литературы. М.
- 李博泉, 王京彬, 2006, 国家三〇五项目系列丛书 总主编: 涂光炽 孙枢 肖序常 陈毓川 何国琦 中国新疆铅锌矿床. 地质出版社.



付録1. X線透過像
管電圧225 kV, 管電流2 mA, 時間60秒



付録2. X線透過像
管電圧225 kV, 管電流2 mA, 時間60秒



付録3. X線透過像
管電圧225 kV, 管電流2 mA, 時間60秒

正誤表

2024年3月29日

当報告に下記の誤りがありました。

お詫びして訂正致します。

正誤箇所	誤	正
35頁 右段 15行 目	アブド・アルマリク（在位：696～ 699年）	アブド・アルマリク（在位：685～ 705年）