

News Release



※本件に係る報道解禁

日本時間 5月29日(木) 午前0時

(新聞は5月29日(木) 朝刊 から)

なお、解禁時間につきましてはCurrent Biology 誌の指定となっております。

令和7年5月28日

各報道機関文教担当記者 殿

古代ゲノムが明らかにしたマヤ文明の人口動態

金沢大学 古代文明・文化資源学研究所の覚張隆史准教授、中込滋樹客員准教授（ダブルリン大学助教）、公立小松大学の中村誠一特別招聘教授（金沢大学名誉教授）らの国際共同研究グループは、中米ホンジュラスの世界遺産であるマヤ文明（※1）の遺跡であるコパン遺跡（※2）から出土した人骨のパレオゲノミクス解析（※3）を行い、マヤ文明の古典期における人々の起源と人口動態の可視化に世界で初めて成功しました。

本研究では、コパン遺跡出土人骨から新たに7個体のゲノムデータの取得に成功しました。これらのデータに加え、先行研究ですでに公開されている北米・中米・南米の遺跡出土人骨および現代人のゲノムデータを用いて、これまでで最も大規模な集団パレオゲノミクス解析を実施しました。その結果、コパン遺跡を形成した人々の祖先集団はメキシコやベリーズなどの北部地域と交流していたことがわかりました。これまで考古学的な背景から、メキシコ中央高原との関連性が指摘されていましたが、本研究により、ゲノム情報に基づいて実証したことになります。さらに、コパン遺跡の人々は現代マヤ集団と遺伝的な繋がりが強いことが示唆され、遺伝的な連続性も可視化されました。本研究では、パレオゲノミクスと考古学による融合研究によって、マヤ文明の人々の歴史事象を科学的に解明したという点で、非常に重要なモデル研究として位置付けられます。これらの知見は、今後マヤ文明の遺跡に眠る膨大な遺跡出土古人骨のゲノムデータから、マヤ文明の人々の成り立ちを探る上での基盤データとして活用されることが期待されます。

本研究成果は、2025年5月28日午前11時（米国東部標準時間）に国際学術誌『Current Biology』のオンライン版に掲載される予定です。

【研究の背景】

金沢大学は公立小松大学との共同研究によって、中米ホンジュラスの世界遺産コパン遺跡の考古学調査を長く実施してきました。公立小松大学の中村誠一特別招聘教授（金沢大学名誉教授）は、ホンジュラスのコパン遺跡において、古典期マヤ文明の王墓と人骨を発見し、その周辺からも多くの人骨が検出されていました。古典期マヤ文明を形成してきたこれらの人々が、どのような起源を持つかを探究することは、当時の王朝の国家形成の過程を紐解く上で考古学および人類学において非常に意義深い研究課題でした。金沢大学の古代文明・文化資源学研究所の考古科学部門の覚張隆史准教授は、2019年からホンジュラスの人骨調査を開始し、高温湿潤地域にある中米の古人骨から世界で初めてゲノムデータを取得することに成功しました。その後、同研究所の中込滋樹客員准教授（ダブリン大学助教）との共同研究によって、王墓出土人骨および周辺域から検出されている人骨、他地域の遺跡出土人骨との比較ゲノム解析を進めてきました。今回公開する論文は、その成果の一部となります。

【研究成果の概要】

中米ホンジュラスのコパン遺跡は、古典期マヤの文化圏の最南東に位置し、マヤ地域と南米につながる下部中央アメリカを結ぶクロスロードの役割を果たした主要な都市であったと考えられています。マヤ文字の碑文研究や考古学研究によって、この都市は426～427年に王朝が成立し、約400年間存続したことが分かっています。膨大な歴史学的・考古学的記録にもかかわらず、コパン遺跡を形成してきた人々の遺伝的な起源に関する実証的な研究はこれまで実現できていませんでした。今回の研究で、コパン王朝の支配者であった可能性のある王墓出土の人物と、それに付随して埋葬された生贄を含めた人々、計7人のゲノムデータの取得に成功しました。

コパン遺跡出土人骨と他地域の遺跡出土人骨および現代人のゲノムデータを比較解析し、コパン遺跡の人々の起源について検討を進めました。まず初めに、現代人集団との比較をするために、ゲノム全体の遺伝的類似性を示す指標であるf3統計量（※4）に基づいた多次元尺度解析（※5）を実施した結果、コパン遺跡出土人骨が現代マヤ人と遺伝的に近いことが示されました（図1）。次に、ゲノム内の構成成分を可視化するADMIXTURE解析（※6）によって、アンデス地方、ブラジル、アルゼンチンなどの現代南米集団に広く共有されるゲノム領域がある可能性が示唆されました。しかし一方で、アメリカ南西部のアリドアメリカという地域に多く検出される、異なるゲノム配列が混在していることが示されました（図2）。これらの結果は、コパン遺跡出土人骨が複数の祖先集団の起源を持つことを示唆しています。

次に、集団間の遺伝的交流を評価するために、遺伝的交流を評価する指標であるf4統計量（※7）を算出した結果、コパン遺跡の集団はベリーズの古期後期の遺跡出土骨、メキシコの古典期マヤ終末期のチチェン・イツァ遺跡（※8）出土骨、植民地時代のマヤ人、メキシコの現代マヤ人との遺伝的交流の痕跡が検出されました。これは、コパン遺跡出土人骨が北方のベリーズやメキシコ南西部などの北方から移入してきた人々と一部が混血していた可能性を示唆しています。最終的に、コパン遺跡出土人骨のゲノム内の祖先集団の遺伝的寄与率を計算した結果、古期後期の遺伝的祖先は約94%、メキシコ

南西部の北方集団の祖先ゲノムは約 6%と見積もられ、比較的小集団の流入が示唆されました。この結果は、古典期マヤ国家の形成における遺伝子流動の存在を初めて実証的に示したと言えます。

最後に、本研究で集約した北米・中米・南米の古代ゲノムデータを用いて、それぞれの集団の有効集団サイズ（※9）を算出し、各地域の時代ごとの相対的な人口規模の変遷を可視化しました（図 3）。その結果、古典期マヤ文明が古典期末期に広範囲にわたって人口規模が低下したことが示されました。この結果は、古典期マヤの諸都市が放棄される時期と一致しており、実際に人口の減少が要因であったことが判明しました。何らかの要因によって人口が激減し、古典期マヤ文明が崩壊したことがゲノムデータから示唆されました。

【今後の展開】

本研究では、DNA 保存状態が悪い高温湿潤地域における遺跡出土人骨からゲノムデータを取得することに成功し、マヤ文明の国家を形成してきた人々の起源の一つを解明したことになります。マヤ文明の遺跡からは膨大な数の遺跡出土古人骨が存在し、博物館などに収蔵されています。これら古人骨資料をパレオゲノム研究に再活用することによって、マヤ文明を形成した各地域の起源が分かるとともに、地域間交流の実態を可視化することが可能になります。人の交流と土器や装飾品などの考古遺物との情報を組み合わせることで、社会における移入者の受容過程の復元や王朝および国家形成の実態を復元でき、人類が国家を形成する際の普遍的な現象のプロセスを可視化できると期待されます。

本研究は、「日本学術振興会科学研究費助成事業 JP18H03586・JP22H04928・JP20H05129」、「金沢大学先魁プロジェクト」、「アイルランド研究センター」、「マリーキュリーEU ホライゾン 2020 イノベーションプログラム」、「ウェルカムトラスト ISSF」の補助金で実施している。

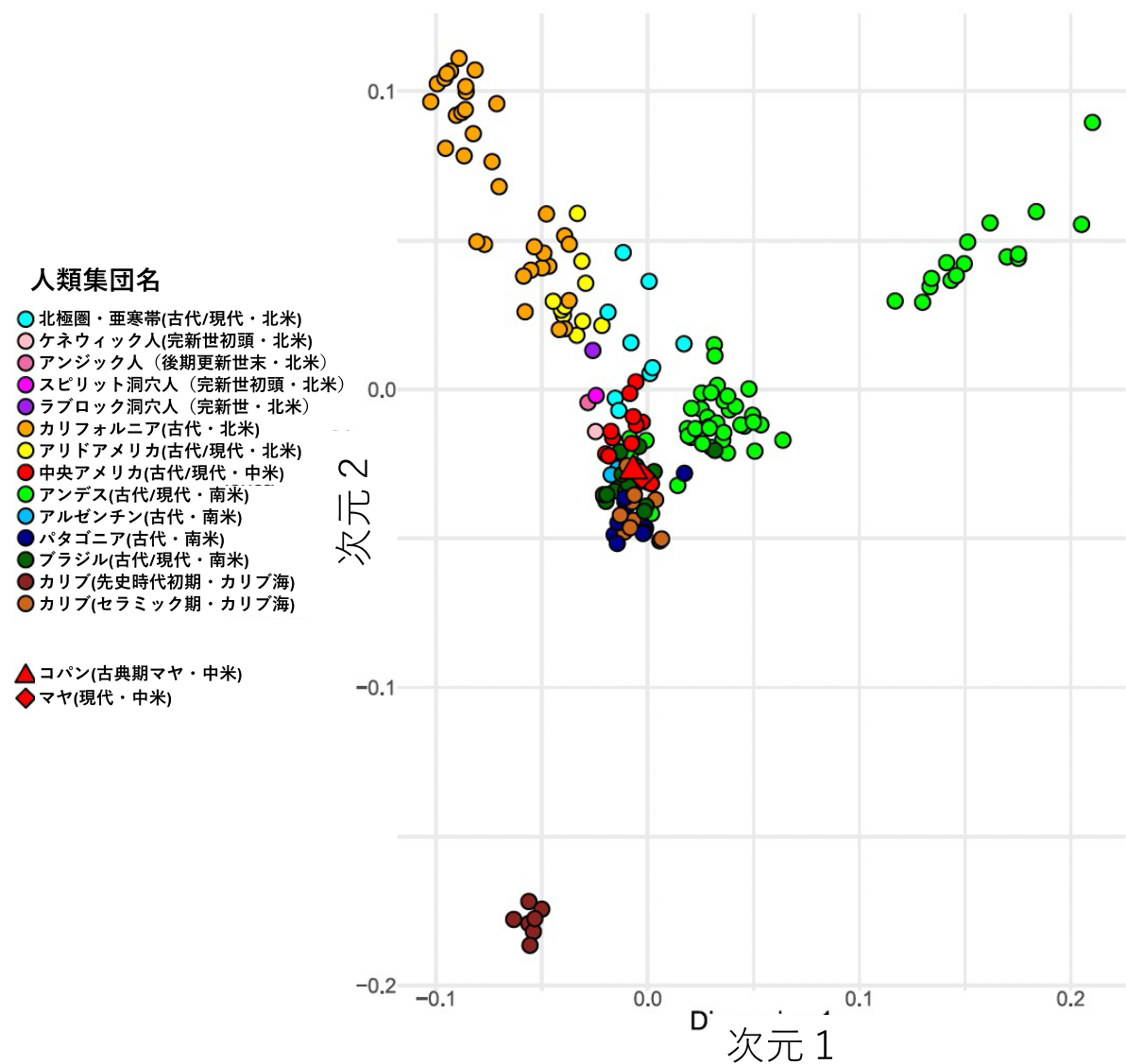


図 1. コパン遺跡出土人骨と他地域集団とのゲノム比較解析

f3 統計量に基づく多次元尺度解析による、遺伝的な類似性を評価しています。コパン遺跡出土人骨（赤色・三角）と現代マヤ人（赤色・菱形）が非常に近い地点にプロットされており、両者は遺伝的な類似性が高いことを示唆しています。

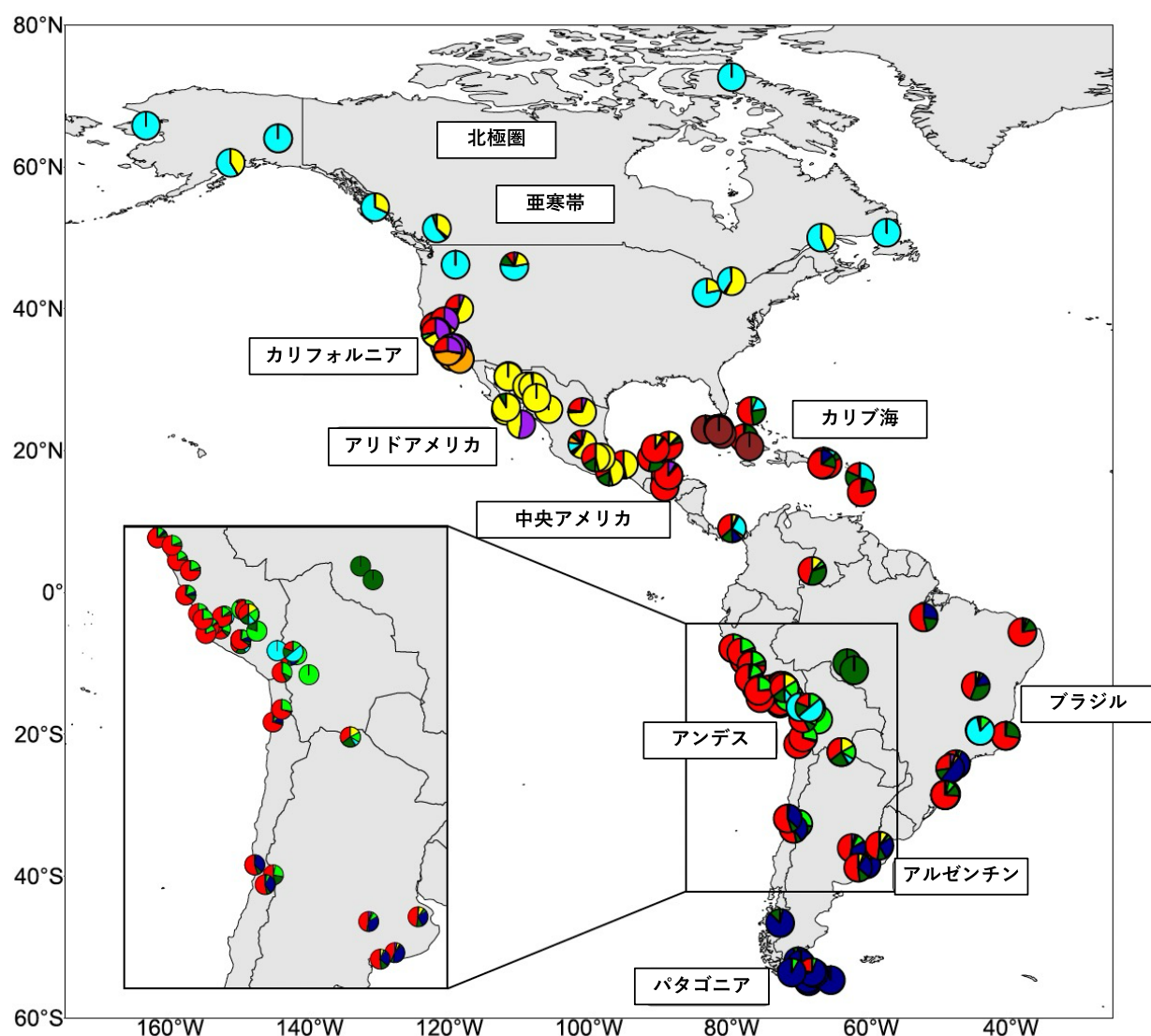


図 2. ADMIXTURE 解析によるゲノムの構成要素の可視化

ゲノム内の配列を等間隔ごとに区分けして、それぞれの区分けごとの配列類似性に基づいてグループ化し、各地域の祖先集団のゲノム構成を可視化しました。赤色が古い時代に南米に入植してきたと考えられる要素、紺色はパタゴニア集団に多い要素、水色は北米北部集団に多い要素、紫色およびオレンジはカリフォルニアの島嶼地域に多い要素、茶色はカリブ海の一部の集団に多い要素、黄色はアリドアメリカやメキシコに多い要素を表しています。

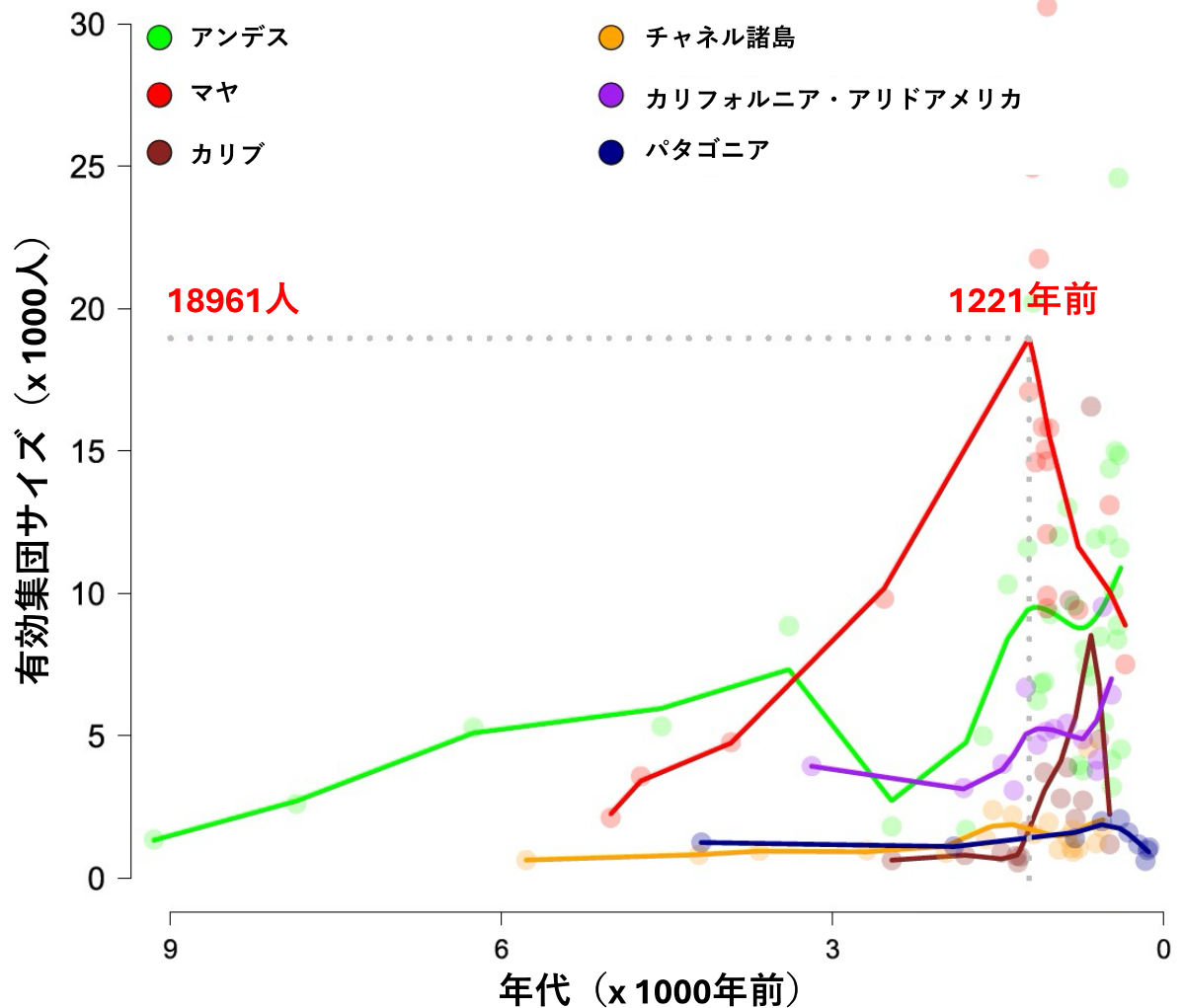


図3. 遺跡出土人骨のゲノムデータから算出した有効集団サイズ

コパン遺跡および先行研究の古代ゲノムデータを集約し、各時代の有効集団サイズを比較しました。その結果、マヤ文明を形成した人々は、紀元前千年以降になると新大陸集団の中で最も集団規模が大きく増加していったことが分かりました。さらに、紀元8～9世紀頃までに人口が最大になるものの、その後は急激な人口減少があったことが示されました。これは、文明の崩壊の歴史をゲノムデータから可視化した世界で初めての結果です。

【掲載論文】

雑誌名 : *Current Biology*

論文名 : Ancient genomes reveal demographic trajectories during the Classic Maya period
(古代ゲノムが明らかにしたマヤ文明の人口動態)

著者名 : Madeleine Murray, Seiichi Nakamura, Melvin Fuentes, Rolando Canizales, Omar Talavera, Salvador Varela, Zoila Madrid, Carlos Carbajal, Masahiro Ogawa, Minoru Yoneda, Lara M. Cassidy, Takashi Gakuhari, Shigeki Nakagome

(マデリン・ムライ[#]、中村誠一^{*}、メルビン・フエンテス、ロランド・カニサーレス、オマール・タラベラ、サルバドル・バレーラ、ソイラ・マドリッド、カルロス・カルバハル、小川雅洋、米田穰、ララ・キャシディ、覚張隆史^{*}、中込滋樹^{*})

[#]第一著者

^{*}共同責任著者

掲載日時 : 2025 年 5 月 28 日午前 11 時 (米国東部標準時間) にオンライン版に掲載

DOI : 10.1016/j.cub.2025.05.002

【用語解説】

※1 マヤ文明

中米において紀元前1千年頃から16世紀頃までに栄えた古代文明。中米のユカタン半島を中心に遺跡が数多く分布し、マヤ文字という独自の文字文化を持ち、巨大なピラミッドを造営するなど、高度な文明を築いていた。碑文の解読から、都市国家や王朝の存在が示唆されており、各地域間における複雑な政治体制のネットワークが存在していたと考えられている。

※2 コパン遺跡

ホンジュラス西部のコパン・ルイナス付近にある古典期マヤの都市国家跡の世界遺産遺跡。巨大な神殿ピラミッドや球技場、膨大な住居跡が発見されている。巨大な人物石像モニュメントが残存しており、都市国家における王朝の存在が碑文の情報から示唆されている。公立小松大学の中村誠一教授の発掘によって、王墓が発見されており、本研究ではその王墓とその周辺で出土した人骨のゲノム解析を実施した。

※3 パレオゲノミクス解析

古い生物遺体からDNAを抽出し、全遺伝情報であるゲノムのDNA配列を大規模に決定し、さまざまな研究分野で応用されている解析技術。遺跡出土人骨から直接的にゲノムデータを取得し、個人間や集団間で遺伝学的な比較解析が可能になったことで、過去の人類集団の起源や遺跡内における血縁関係の評価、地域間の人的交流の実態を生物学的な指標によって評価することができる。考古学や歴史学では評価ができなかった、名が残らない人々の交流史を可視化することを可能にするとともに、従来の考古学や歴史学の諸仮説の検証にも応用され始めている。

※4 f3 統計量

得られたゲノム配列と他の個体および集団のゲノム配列とのゲノム全体の遺伝的親和性（類似性）を示す集団ゲノム解析に多用される指標の一つ。

※5 多次元尺度解析

多変量のデータ群間における類似性を視覚的に把握しやすくするための分析手法の一つ。ゲノムデータは1個体から数百万から数千万の変異部位が存在するため、多次元データを次元圧縮して2次元プロットなどの図にすることで、遺伝的に類似した個体および集団の初期探索することに多用されている。

※6 ADMIXTURE 解析

ゲノム上に残る混血の痕跡を可視化する解析方法の一つ。全ゲノム配列内には、これまでの遺伝的な交流によってゲノムが組換えを起こした痕跡が残っており、異なる祖先から受け継がれたゲノム領域がモザイクのように混在している。ゲノム配列を組換えが一定頻度で生じうる長さでブロックごとに区切り、それぞれのブロックごとで

祖先集団由来のゲノム領域がどこであるかグループ分けする。ゲノム全体の祖先ブロック構成を見ることで、遺伝的な類似性を可視化することができ、同時に混血の歴史の評価が可能なる。

※7 f4 統計量

得られた配列データから任意に選んだ4個体（もしくは4集団）のゲノム配列を比較し、分析対象となる1個体に対して遺伝的親和性が高い個体（もしくは集団）の探索に多用される集団遺伝学における指標の一つ。

※8 チチェン・イツァ遺跡

中米メキシコ南部のユカタン半島に位置するマヤ文明の世界遺産遺跡。マヤ文明の中心地からは北部に離れており、古典期で代表的なマヤ文明の遺跡であるグアテマラのティカル遺跡と関連性が指摘されている。マヤ文明の崩壊が生じた9世紀以降の後古典期において栄えた都市国家と考えられている。巨大なピラミッド、競技場のほか、天文台と考えられている天体観測に関連した建造物が確認されている。

※9 有効集団サイズ

生物の集団における遺伝的多様性を表す指標の一つ。集団の実際の見かけ上の総個体数を表すのではなく、遺伝子を次世代に繋いで影響を与えた個体数を表す。有効集団サイズの時代間・地域間比較をすることで、相対的な人口規模の比較が可能となる。

【本件に関するお問い合わせ先】

■研究内容に関すること

金沢大学 古代文明・文化資源学研究所 考古科学部門

准教授 覚張 隆史（がくはり たかし）

TEL：076-264-6179

E-mail：gakuhari@staff.kanazawa-u.ac.jp

■広報担当

金沢大学人間社会系事務部総務課総務担当

川上 葉月（かわかみ なつき）

TEL：076-264-5450

E-mail：n-somu@adm.kanazawa-u.ac.jp