

NEWS LETTER

出ユーラシア

文部科学省・科学研究費補助金
新学術領域研究（研究領域提案型）
2019～2023年度

出ユーラシアの統合的人類史学：
文明創出メカニズムの解明



Vol. 03

NOV. 2023

CONTENTS

巻頭エッセイ

海の出ユーラシア集団

ポリネシア人の Wayfinding 後藤 明 ————— 1

- メキシコ、テオティワカンで発見されたクモザルが意味するもの
杉山奈和・杉山三郎 ————— 4
- 食選択からみる身体・環境・文化
—オセアニアとアンデス沿岸部の比較の試み
木村友美 ————— 7
- コロナ禍における現地調査の再開と今後の展望
松本雄一 ————— 10
- 衛星観測とソーシャルセンシングによる
東シベリアの人々の生業の空間分布特徴の検出
永井 信・小谷亜由美・大石侑香・丸谷靖幸・三浦知昭・中川博美 ————— 12
- AI 事始
五十嵐由里子 ————— 17
- メダカから「新奇性追求」の遺伝基盤とその進化史を紐解く
勝村啓史 ————— 19
- 古人骨から過去の暴力行動を復元する
長岡朋人 ————— 22
- 歩行機能と知能・寿命との関連
松永昌宏・石井敬子 ————— 24

巻頭エッセイ

海の出ユーラシア集団ポリネシア人のWayfinding

後藤 明 (A01 班)

南山大学

出 ユーラシア集団の中でも、もっとも遠い、前人未到の小さな島々に移住したのがポリネシア人たちである。彼らはユーラシアの東南部、中国大陸か台湾付近に起源をもち、5000年ほど前に旅立ったオーストロネシア（南島）語系の人々である。

彼らが特異な土器をもってオセアニア世界の入り口、ビスマルク諸島やソロモン諸島付近（ニア・オセアニア）に現れたのがラピタとして知られる現象であり、それが今から3300年ほど前であった。そして200年から300年という短い間に数千キロ東進し、メラネシアのフィジーからポリネシア西部のトンガやサモア（リモート・オセアニア）に到達したのが今から3000年ほど前であった。東進するにつれて、次第に島は小さくなり、また島間の距離は長くなっていった。

ところが、破竹の進撃をしてきた集団がなぜか歩みを止めてしまう。再び彼らが動き出したのが1500年以上もたってからで、中央ポリネシア（クック諸島やソシエテ諸島）、そして辺境ポリネシアといわれるハワイ、ラパヌイ（イースター島）、アオテアロア（ニュージーランド）に到達したのが今から1000年から800年ほど前、日本では平安時代末から鎌倉時代あたりであった。

その後、15世紀までは彼らは盛んに交易をおこなっていたことが石材の産地同定などから知られる。これはハワイやアオテアロアからソシエテ諸島の聖地であるライアテア島のタプタプアーテアなどに参詣していたという神話と矛盾しない。

ただしその後、交易は衰退し、西欧人が到来する大航海時代を迎えた。

ポリネシアのWayfinding

ポリネシア人がなぜとどまったり、突然動き出したり、盛んに交易したり、そしてまた交流をやめたのかなど、まだ解明されていない多くの謎がある。エルニー

ニョが起る年は卓越する東風（ポリネシア人の東進には不利）が弱まるので、その時期を待っていた、という可能性も指摘されている。

最大の謎は、たとえばタヒチからハワイのように、目視は全くできない島になぜ渡ったのか、あるいはそもそも島の存在を何故知ったのか、である。偶然の漂流や豊かな島だから行ったという説明は無理だということは多くの研究者が論じている（後藤2023）。

最初の航海と居住のための航海はかなり異なったものであったろう。前者は比較的小さなカヌーと少ない乗組員で往復航海の準備だけで。後者はもっと大型の、一族郎党が乗るような積荷を満載した船で行ったであろう。

現時点でその「なぜ」には答えられないが、「いかに」については航海実験やシミュレーション、ミクロネシア航海術との比較によって徐々に明らかになっている。

大海で最も頼りになるのはうねりである。うねりは決まった方向からくる波長の長い波であるが、うねりから外れているか否かはカヌーのピッチとロールの感覚で知ることができる。

うねりのパターンだけで航海士は55キロまで島の存在を夜でも推測することができるという。

海の色や塩分濃度が陸との距離を教えてくれる。また海藻や樹木の影響で海の色も違ってくる。浮遊物でも岸が近くにあるかいないかがわかる。雲にも種類があり、陸上に立つ雲、海上の雲などをポリネシアは区別している。また雲が青く反射していると島を見つけることができる。鳥も指標となる。たとえば brown boobies は55キロ先の低い環礁の指標となる。ポリネシアやミクロネシアの航海士は船にグンカンドリを飼っておいて、時折放ち、その飛んでいく方向に島を見つける、戻ってきたらまだ島は遠いと判断する。グンカンドリは羽が濡れるのを嫌うので、80から100キロ以上は飛ばずに戻ってくる。

航海術のシミュレーション

なぜポリネシア人は見えない土地を発見し、さらに渡るモチベーションを持ったのかにはまだ答えられないが、石材同定で示されているように、西暦一千年期前半に盛んに島々を行き来していたときに使われた航海術について筆者は Crow の著作で論じられていることを 2022 年 8 月、明石市立天文科学館のご協力でシミュレーションすることができた (Crow 2018)。

このときクック諸島からアオテアロア (以下 NZ) への航海についてプラネタリウムドーム内で実験することができた。神話では NZ のマオリ族はラロトンガ島から渡っていったことが語られる。言語学的にもクックとマオリの言語は近いことが知られている。考古学ではマオリの使っているパツウ patu (刺突用武器) が、ソシエテ諸島のファヒネ島から篠遠喜彦によって発掘されており、ソシエテからクック経由で NZ に移住が行われていたという推測に矛盾はない。なおラロトンガ島ではマオリ族が渡海したときの記念碑という石碑がある (年代は特定できない)。

ポリネシア人は貿易風 (南半球では南東風) に抗して航海するためには季節を選ばないといけない。気圧配置による風向きの変化で航海できたのは短期間、11 月から 12 月の 2 ヶ月くらいであったろう。マオリの移住カヌー Takitumu の神話によるとクジラの群れに守られたという。ザトウクジラの群れがケラマディックから南の NZ に移動するのは 11 月から 12 月である。彼らはだいたい暮れに船出をする。それは出沒する星を目安にできるのと、船の進路を風とうねりに合わせられるからである。ラロトンガから NZ に春に航海したときは「沈む太陽の左を目指せ」という神話の格言がある。実際にこの時期は南半球の夏至に近く、シミュレーションすると太陽の沈む南西方向から南に大きな NZ の島が存在する (図 1)。

そのあと彼らは次々と登る星を頼りにしたであろう。神話で言及されている星のリストにある導きの星はカノーブス、オリオンズベルト、リゲル、シリウス、明けの明星と宵の明星、プレアデス、蠍座のしっぽ、そして天の川と語られている。これらの星が水平線に見えて航海の指標になるのは一年中いつでもいいわけではない。神話の物語をシミュレートするとラロトンガから行くとして、10 月の終わりからまもなく出発する



図1 ニューゼaland東方海上、西暦1250年、12月1日、日暮れの南西方向の空
太陽と蠍座の鉤型の間に NZ が存在する。

必要がある。これは風向きや渡り鳥から推測される時期と一致している。

太陽が沈んで一時間くらいすると、カヌーの背後に星の塊が水平線から登ってくるのが見える。マオリ語の Matariki つまりプレアデスがちょうど船尾に上がってくる。航海師が目を舐先に転じて太陽が沈んだあたりを見ていると金星、宵の明星 (Maremare) がみえるであろう。次に金星が沈むと次の導きの星はカノーブス (Autahi) である。この星は方位を示すだけではなく、伝承によると天候を占うことができる。おそらく航海の間この星は高く登っているので、この星がぼやけていると雲の到来を示すのであろう。

高く舐先の先にはアンタレス (Rehua) が後ろの方に落ちていく。航海の季節に舐先をアンタレスつまり WSW に向けておくというのは完璧な導きとなる。西暦 1250 - 1450 の頃、太陽が沈んで少なくとも、一時間ほどあとにアンタレスが見えるであろうが、それは 10 月 23 日の先のみである。これも航海出発の時期を示唆する。

次に航海師はリゲル (Punga) を左舷と後ろの方に、100 度の方位に見え、そのちょうど左にオリオンの三つ星 (Tauru) が上ってくる。星座を方位の目印にするなら、仰角 10 度くらいが限度だと言われる。高くなりすぎると方位の基準として頼れなくなるからだ。そして背後を見るとやがて双子座の 2 星が右舷斜め後方から上がってくるのでそれを方位の指標とする (図 2)。

また神話には「天の川の左を行け」という格言がある。シミュレーションしてみると夜半に天の川が西の空にかかるのが見える。南に向かうカヌーの右舷であ

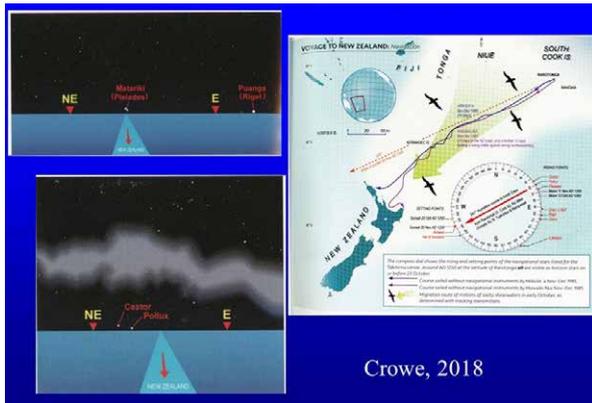


図2 ニュージーランド北東海上、西暦1250年、12月1日午後20時から22時頃の空
 左上が午後20時頃、プレアデスが船尾に見える
 左下が午後22時頃、双子座が船尾右舷後方に見える
 右図は神話に記された星座とラロトンガからNZへの航海ルートとの関係 (Crowe 2018 より)

る。だからカヌーは「天の川の左」を取ることになる。

やがてマオリの祖先は巨大な白い雲を見たであろう。アオテアロア、アオ=天ないし雲、テア=白い、ロア=長い、である。巨大な島であるNZの上には小島では発生しない雲が発生し、祖先たちは大きな土地にたどり着いたと実感したであろう。

また神話では航海中、海水で神聖な赤い鳥で作った飾りが汚れてしまったという。そしてNZを見たときに生えている木に赤い鳥がたくさん止まっているのをみてみな歓喜し、新調するために飾りを捨てた。上陸してみるとそれは鳥ではなく赤い花であった。それがNZのクリスマスフラワーとされるポフツカワ pōhutukawaの花である(図3)。この時期12月にしか咲かない花を見たということは、航海がどの季節に行われていたかを明確に示す(Crow 2018)。

すなわち、ラロトンガからNZへの航海は気圧配置と風向き、神話で言及される星が夜に出て方位を示す



図3 NZのクリスマスフラワー・ポフツカワ(2006年12月 オークランド空港で撮影)

季節、そして花の季節性、これらすべての証拠が南半球の夏至の時期、すなわち11月の終わりから12月にかけてであることを示している。

おわりに

ポリネシア人の移住については多くの謎が残されている。しかしこのように天文シミュレーションを神話の解釈に援用するという方法においてその謎の一端を解くことができる。

現在筆者はつくばエキスポランド・プラネタリウムの2023年夏企画「星に導かれて：タヒチからハワイへの航海術」という天文映像番組の監修を行っている。ここではタヒチからハワイへの航海で使われていたであろう星座のシミュレーションを行っている。

ご協力いただいた明石天文科学館スタッフに感謝いたします。

Crow, Andrew (2018) Pathway of the Birds: the Voyaging Achievements of Māori and their Polynesian Ancestors. Honolulu: University of Hawai'i Press.

後藤 明 (2023) 『岩波講座・世界歴史』第19巻(太平洋海域世界～20世紀)、中野聡・安村直巳(編)、所収「太平洋世界の考古学」、pp.71-92、岩波書店。

「Domestication」ユニット研究 A01・B02 班

メキシコ、テオティワカンで発見されたクモザルが意味するもの

杉山奈和¹・杉山三郎²

1.カリフォルニア大学リバーサイド校助教・岡山大学文明動態学研究所客員研究員

2.アリゾナ州立大学研究教授・ゲティー研究所フェロー



図1 「太陽のピラミッド」を背景にした「石柱の広場」を北西から望む。手前のマウンド25Cの裏面からトンネル発掘を行い、クモザルを含む生贄供献体を内部に発見。

フリーダ・カーロがペットのクモザル (Ateles geoffroyi) を自画像に描いたことは有名だが、この非常にカリスマ的な霊長類の不思議な影響力は、「石柱の広場」で出土したマヤ様式のエレガントな壁画に見られるように、時空を超えて共鳴している。さらにクモザルの生息域を大きく逸脱したメキシコの乾燥した高地で、完形体のクモザルの骨が発見されたことに、私たちは驚かされた。このメスのクモザルはわずか5～8歳で、テオティワカン国家の荘厳な象徴品の数々と共に生贄として捧げられていたのだ。多くの考古学的研究（動物考古学、同位体法、古代DNA、古植物学、放射性炭素年代測定）により、このクモザルがテオティワカンで過ごした（2年以上にわたる）興味深い生活史を詳細に復元することができた。この実話は、マヤの低地からこの動物の儀礼的な贈与という

文化的意味合いを含め、アメリカ大陸における霊長類の捕獲と飼育に関する最古の記録となっている。捕獲と輸送時の年齢（3歳以前）、飼育期間（2年以上）、人為的な食事（トウモロコシを主食とし、クズウコンと唐辛子を加えたもの）の特徴などの詳細が明らかになった。この結果は、テオティワカンの儀礼の中心地において、マヤとの外交の初期の証拠を伴った生贄犠牲という文脈で例証されており、テオティワカンとマヤの相互交流を理解するための斬新な視点を提供している。これらの発見は、学際的なチームによって2022年に米国科学アカデミーのプロシーディングスに発表されている。

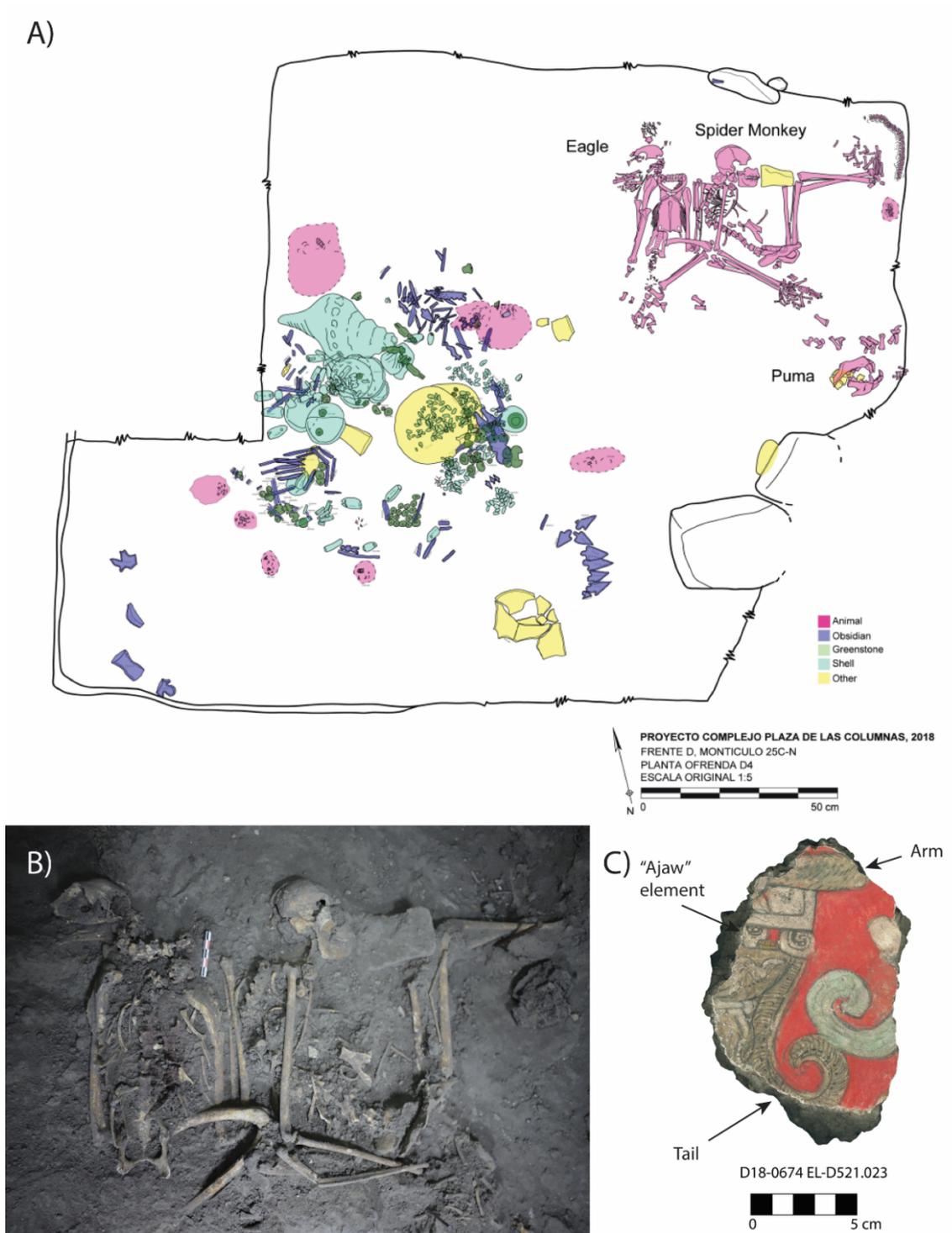


図2 A) 遺物の種類ごとに色分けした生贄供献体 D4 の平面図。B) クモザル (右) とワシ (左) の出土状況。C) クモザルを描いた壁画断片のスキャン映像。



図3 生贄供献体 D4 が発見されたマウンド 25C のトンネル入口。



図4 生贄供献体 D4 を発掘する杉山奈和。

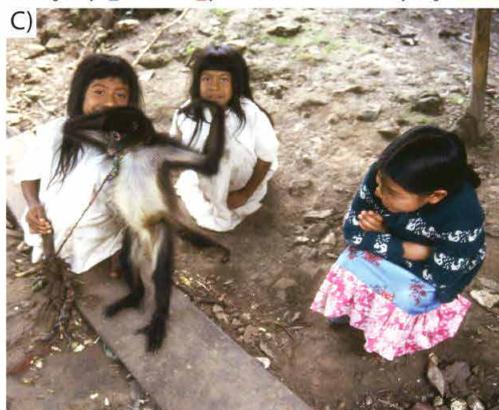
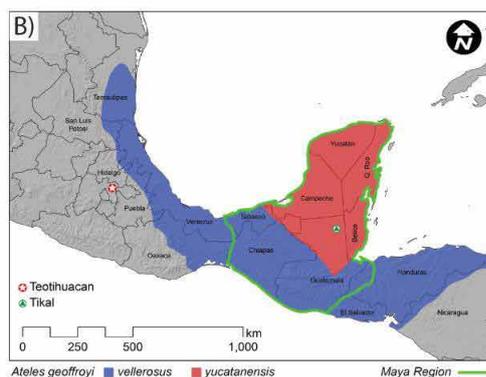
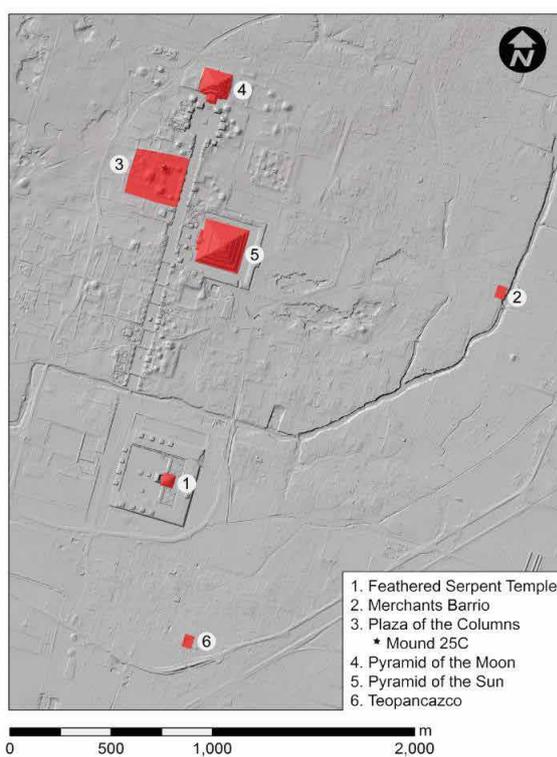


図5 A) テオティワカン中心地域のライダーマップ。B) メキシコクモザル *geoffroy vellerosus* (青) とユカタンクモザル *geoffroy yucatanensis* (赤) の分布図。C) ペットのクモザルを連れたラカンドンの子供たち。(写真：杉山三郎)

文献

Sugiyama N, Sugiyama S, Cagnato C, France CAM, Iriki A, Hughes KS, Singleton RR, Thornton E, Hofman CA. (2022). Earliest evidence of primate captivity and translocation supports

gift diplomacy between Teotihuacan and the Maya. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2022 Nov 22;119(47):e2212431119. doi: 10.1073/pnas.2212431119. Epub 2022 Nov 21.

「食と栄養」ユニット研究 A02・B01 班

食選択からみる身体・環境・文化
—オセアニアとアンデス沿岸部の
比較の試み

—第7回全体会議セッション概要報告—

木村友美

大阪大学人間科学研究科

1. はじめに

第7回全体会議（2022年7月23日）の各セッションは、若手研究者を中心として企画し、研究班を超えた議論を行うことが目的とされた。そこで、「食と栄養」ユニットのこれまでの研究会での議論をもとに、「食の選択」をとりまく環境や文化的背景、さらに栄養摂取による身体状況の適応や変化に関する話題を「文明形成」に結びつけて、議論することを目標とした。文明形成の道筋は、これまで狩猟採集⇒食料生産（農耕・牧畜の開始）を中心に論じられてきた。しかし、もうひとつの重要な道筋として、漁労採集（海洋資源の利用）⇒食料生産への移行を想定することができる。それを考えるのに重要な地域として、農耕開始以前に海産資源に大きく依存していたオセアニアとアンデス沿岸部をとりあげ、議論することとした。従来の文明形成の道筋は、栄養学的には、単純化して言えば、多様な食資源からイモ類・穀類への転換を意味したが、島嶼部や沿岸地域では、海産資源（タンパク質）への依存からイモ類・穀類（炭水化物）への転換を意味すると言える。そこで、両地域における「食選択」をテーマとすることで、これまで本科研で課題となっていた、文明形成における地域間比較を試みるという狙いがあった。

本セッションは、栄養学、生態学、考古学、文化人類学など多様な研究背景をもつ研究者らによるもので、各発表テーマも、時期は文明形成前夜から現代まで、地域はオセアニア（フィジー、ニューギニア）、アンデス沿岸部、さらに中国東南沿岸部と、極めて多様なものとなった。そのなかで共通軸としたのは、文明形成の過程における「食資源の選択と転換」である。

2. セッションのプログラム

■セッションの主旨説明

木村友美（B01班）

「主食の変化と糖尿病：ヒマヤラ、パプアにおける食選択と環境適応の観点から」

■講演

梅崎昌裕（B01班）

「腸内細菌が栄養適応に果たす役割」

石村 智（A02班）

「オセアニアの初期住民・ラピタ人の食と栄養：r-K 選択説から見たサブシステムの变化」

荘司一步（科研外、山形大学）、発表：鶴見英成（A01班）

「ペルー沿岸部における古環境変動と食選択の变化」

河合洋尚（B01班）

「中国珠江デルタ地域における食の選択と健康観：「食の景観（フードスケープ）」の視点から」

木村による主旨説明では、話題提供として、栄養学的観点から、現代における主食の転換の事例として、ヒマラヤ高地とニューギニア島西部を紹介した。具体的には、ヒマラヤ高地（インド・ラダック地方）において主食がオオムギからコメへと移行している現状とともに、ニューギニア島西部の沿岸部におけるサゴからコメへの主食変化を紹介し、食選択を起こす環境因子と共に、社会・経済的な要因の重要性について述べた。

梅崎は、パプアニューギニア高地におけるタンパク摂取量のフィールド・データと腸内細菌叢に関する実験データを示しながら、腸内細菌が栄養適応に果たす役割について、挑戦的な仮説を提示した。梅崎はまず、食選択には、生物学的欲望と文化的に規定された動機（熱い／冷たい、ニューギニア高地の「脂」など）が関わっていることを整理したうえで、これらとは別に、「腸内細菌との共生」にも注目する。ニューギニア高地住民のような、タンパクの欠乏しがちな集団では、体内の腸管に排出されるタンパクの廃棄物（尿素）からアミノ酸を合成する。それぞれの人間集団は、自分たちの必要に応じた細菌叢を腸内にもっており、腸内環境におけるニッチ構築が、ホモサピエンスの出ユーラシアと拡散の鍵になっているという仮説を提示した。

石村は、オセアニアの初期居住民であるラピタ人の食とその変化に関する議論を、考古学的分析から行っ

た。ラピタ人のサブシステムについては、もっぱら海産資源に依存したとする「ストランドルーパー・モデル」と、栽培農耕・家畜・海産資源を幅広く利用したとする「コロナイザー・モデル」の二つがある。石村によるフィジー・モツリキ島のナイタンバレ遺跡における出土人骨の分析および貝塚出土の動物遺存体の分析からは、前者のモデルを支持する結果がでていますが、伝統的なフィジー社会の主要なサブシステムは栽培農耕であるため、初期居住の段階からそれ以降の段階にかけての「変化」に注目すべきだと述べた。本発表では、r-K 選択説を援用し、人口増加にともなう r 選択から K 選択への適応戦略の移行が起こり、それにともなう、生産性を重視した海産資源の利用から効率性を重視した栽培農耕に変化したと論じた。

荘司の研究では、ペルー沿岸部における食選択の変化と環境変動との関係が実証的な分析データから考察された。古期のペルー沿岸では、海産資源の集中的な開発を背景として漁労定住集落が成立したといわれている。本発表では、古期のなかでも地域によって食選択の変化と多様性が生じた背景について、ペルー北海岸のクルス・ベルデ遺跡における調査事例をもとに考察された。日常的な食糧残滓の反復的な廃棄活動によって形成された貝塚状のマウンド（貝や魚骨を含む動物遺存体が多く出土する）の層位的なデータによって食利用の通時的な変化をみると、動物利用の変化には明瞭な画期があり、その背景として、紀元前 4000 年前後に起きた古環境変動の存在があげられる。エル・ニーニョ現象の降雨によって形成されるラグーンという生態環境が開発されたことが示唆され、食選択の変化は、環境変動によって出現・拡大した環境的ニッチを選択した結果だと考察された。そして、海産資源を中心とした食利用が選択され植物利用は副次的なものであったこと、食選択は大きく変化したものの、当時の集団規模は、環境変動後の環境収容力を上回るものではなかったことが要因として想定できる。

河合は、中国東南沿岸部の広州市における食と健康観を事例として、食の景観（フードスケープ）からみた食選択のあり方を提示した。広州で「五秀」と呼ばれる五種類の水生作物は、典型的な西関料理に取り込まれ、西関特有の建築デザインを採用したレストランでそれが提供され、ローカルな「食の景観」が創出された。しかし、西関の人々は、こうした外向けに創作された料理をニセモノと称し、彼らの考えるホンモノ

の「食」は、彼らが自身の領域と考える特定の〈場所〉や、季節に応じた食材の選択と調理が求められていることを紹介する。これには、地域で伝えられた健康観が背景として存在し、目に見えないフードシステムへの不安も相まって、特定の〈場所〉における食の信頼が強まり、食選択行為につながっているということ、を、フードスケープの視点から議論した。

3. 「総合ディスカッション」での議論

オーディエンスからの多くの重要な質問やコメントがあった。腸内細菌と栄養適応に関しては、環境細菌をどのように人間が取り込み、腸内細菌として定着しているか等の質問から、近代化の影響を受けた現代のニューギニアでの実証的データを得るための課題について議論された。また、石村はラピタ人の歯の考古学的分析からうかがえた低栄養状態について、アンデス沿岸部での栄養状態についてもふれながら、海産資源への強い依存、または人口増加が初期の段階、という状況で生き残ってきた集団が最終的に増えていくということは、その後の集団の食や健康状態、形質に関して、一種のボトルネックになることがあるのではないかと述べた。

河合の発表では、食材の組み合わせや〈場所〉との関わりが食選択のうえで重要になることが示されたが、地域の食の流通の実態については「現在では町レベルでの流通や、特定の産地とのつながりを重視した食のネットワークができています」と述べた。また風水のような文化が食選択に影響を与えることも例にあげ、食の選択に関わる技術や文化も一つの分析軸になるのではないかとこの見解を示した。

荘司の発表と鶴見のコメントによるアンデス沿岸部に関して、漁網の重要性やラグーンの利用に関する意見があり、漁労と農耕の複合のあり方について活発な議論が展開された。「アマゾンで氾濫原漁業と農耕が複合されるが、オセアニアやアンデスの事例はどうか」という質問に対して、鶴見から次のような説明があった。「ペルー中央海岸では、ラグーンが形成されず、（おそらく）網漁によるカタクチワシが多く出土している。カタクチワシは山間部の遺跡からも出土例があり、カタクチワシを肥料とした農耕が行われていたかもしれない。このように、文明形成期の中央海岸では沿岸と内陸の相互依存的な交流が成立していた。古期の環境変動の中でそうした適応が選択され、文明形成期につながっていったのではないかと考えているが、今後の検証課題になる。」

4. おわりに

本セッションは、考古学の研究成果に加えて、現代の知見（栄養摂取と身体への影響、食選択の環境・文化的背景、フードスケープなど）を交差させることで、出ユーラシア地域のオセアニアとアンデス沿岸部の比較を試みたものであった。それによって、海産資源への依存に注目し、文明形成のもう一つの筋道を検討した。

本報告でとりあげることができたのは、活発に交わ

された「総合ディスカッション」のほんの一部に過ぎないが、多くの重要なテーマや議論の重要性・可能性が示された。これまでは、陸域中心の文明形成論が中心を占めてきたなかで、オセアニアや南米大陸沿岸部に注目した「海域文明形成論」の意義は大きいのではないか。本科研で課題となっていた地域間比較において、食入手・食選択という軸から挑んだセッションは、今後につながる有効な議論ができたと思う。



写真1 全体会議は神戸市内の会場とリモートのハイブリッド形式で行われた



写真2 リモートでの発表者の講演

計画研究 A02 班

コロナ禍における現地調査の再開と今後の展望：ペルー、カンパナユック・ルミ遺跡の景観調査から

松本雄一

国立民族学博物館/総合研究大学院大学

コロナ禍において、どの段階でフィールドワークを再開できるのか。この問題が頭から消えたことは二年以上の間なかったと言ってよい。ペルーにおいて、いくつかの考古学調査プロジェクトが徹底的な感染症対策を行ったうえで発掘を無事終了したことを聞いてはいたが、情報が錯綜する中で自分が責任をもって調査を全うできるかを考えたときに不安な気持ちが消えることはなかった。今年の2月に、長年の共同研究者が調査地の状況を伝えてくれた際に、現地において既に3回目のワクチン接種がほぼ終了していること、感染者が調査チームから出た場合でも対処が可能であることが確認できたため、おっかなびっくり調査を立案したというのが本当のところである。

ペルー中央高地南部、標高 3600m に位置するカン

パナユック・ルミ遺跡において、「アート」をキーワードとする A02 班に所属する私は、「モニュメント」をキーワードとする A 01 班と連携した「景観」をめぐる研究計画を進めていた。この遺跡は、紀元前 1000-500 年に栄えた神殿であり、整然とした建築レイアウトを有していることがこれまでの研究で明らかになった。しかし、それが何を基準にして作られたものであるかがはっきりとはわからないのである。神殿それ自体が、当時の世界観が凝縮された「アート」であるという視点に立つならば、神殿という「モニュメント」の建造の背景を探ることこそが重要である。この点を考察するためには、神殿建築だけを見ては不十分であり、当時の人々がなぜこの場所にこのような巨大な神殿を建造したのか、すなわち人々が景観をどのように認識していたのかを考えなければならないのだ。この課題に関する最初の試みが、神殿の建築軸と天体の運行の関係をさぐることであり、北條芳隆先生（東海大学）にご協力をいただいて現在も分析を進めている。ただ、筆者にはもう一つ気になる点があった。同遺跡の周囲には、現代社会においても信仰の対象となっている山（アプ）がいくつも分布しているのである。また、後の



写真1 GNSSを設定し、ドローンを操作する大谷博則氏

インカ帝国が重視し、すぐそばに重要な祭祀センターを建造した湖も程近くに位置している。神殿建築、周囲の自然景観、天体の運行をすべて組み合わせて考察することが必要があるとずっと考えていた。

しかしそのためには、遺跡の正確な建築軸を割り出し、周囲の景観、特に山に関する情報を得ることが必須であり、どうしても現地調査を行う必要があった。そこで、A01 班と協働している大谷博則氏の力をお借りして、GNSS（全球測位衛星システム）とドローンによる写真測量を組み合わせた高精度の三次元測量を遺跡において行うこととした。さらに並行して筆者とペルーにおけるカウンターパートである考古学者ユリ・カベロが、現地の人々に山岳信仰について聞き取りを行い、現代社会において信仰の対象となっている山を特定し、それをインカ帝国の征服後にスペイン人が記録したものと照合するといういわば二本立ての研究を行うことにしたのである。

精密な機材の運搬や現地での安全確保、そして何より感染防止対策など様々な不安はあったが、最大の障害は現地調査の時間的なブランクだったように思う。例えば今回は体が標高 3600m に順応するまでにかなりの期間を要した。頭痛と強い倦怠感に襲われ、コロナに感染したかと慌てたが、抗原検査の結果は陰性であ

り他に症状は全くない。全く動けない中ではたと、すっかり忘れていた高山病の症状であることを思い出した。この点に関しては大谷氏も同様であり、やはり久しぶりの高地の調査で最初の数日は動くことができなかった。また、寒暖の差が激しく非常に乾燥した気候の現地においては、すぐに喉を傷めてしまい、そのたびに恐る恐る抗原検査キットを用いた。同様の症状が出た隊員にも検査をしてもらった。さらに文科省からの指示によって調査中はアルコール消毒とマスクの着用が義務付けられていたわけだが、前者はともかく後者は非常につらかった。ただでさえすぐ息が切れる高地において、マスクをしながら調査を行うとすぐに息苦しくなり座り込んでしまうこととなったのである。

このような紆余曲折があったが、苦勞のかいあって最終的には一人の感染者も出すことなく、当初予定していたデータを獲得することができた。詳しくは、三次元測量のデータ処理を待たなければならないが、やはり現在重要な信仰の対象となっているいくつかの山を結ぶ線、そしてインカ帝国期に聖地とみなされた湖の方角などが神殿の建築軸と関わっている可能性があると考えている。今回の調査で得られたデータを基礎として、今後は天体の運行と周囲の景観との関係を、神殿建築と関連付けて考察することを試みてみたい。



写真2 遺跡から見える聖なる山（アブ）、アティン・ホチャ

公募研究 B01 班

衛星観測とソーシャルセンシングによる東シベリアの人々の生業の空間分布特徴の検出

研究代表者：永井 信

(国研) 海洋研究開発機構 地球環境部門

研究協力者：小谷亜由美

名古屋大学 生命農学研究科

大石侑香

神戸大学 大学院国際文化学研究科

丸谷靖幸

九州大学 大学院工学研究院

三浦知昭

ハワイ大学マノア校 自然資源環境管理学部

(国研) 海洋研究開発機構 地球環境部門

中川博美

(国研) 海洋研究開発機構 地球環境部門

ある場所において、人々は時代を生き抜くために、どのように自然や社会環境に適応したのか？そして幸せになろうとしたのか？

ほ ぼ毎月のように観測や研究集会などへ出掛けるため海外を飛び回っていた活動が新型コロナウイルス感染症拡大により強制的に抑止され、これまでの研究活動をふと振り返ってみたとき、この問いがふつふつと心に沸いた。これが本課題の立案のきっかけである。はじめに、僭越ながら自己紹介させていただく。研究代表者である筆者はこれまで、ボルネオの熱帯多雨林やオイルパーム・東シベリアやアラスカの北方林・日本の高山（たかやま）や植物園の森林などを対象とした地上観測と衛星リモートセンシング観測との統合的な解析により、とりわけ、植物季節（開花・開葉・紅葉・落葉など）や土地利用土地被覆変化に着目し、気候変動に対する生態系の機能（光合成や蒸発散）やサービス（基盤・供給・調整・文化的）、生物多様性の時空間分布の変動について理解を深めてきた。対象となる分野は、気候学・生態学・生気象学・数情報学・リモートセンシングなど、多岐にわたる。様々な関心事項を解き明かし、己の知的好奇心を満たす過程において、様々な学問分野に手をのびた結果、必然的に裾野が拡大したのである。最近では、文化人類学や歴史学に対する興味も尽きない。

話をもとに戻そう。これまでの自然科学優先の研究において不足していたキーワードは何か？それは、「人間」というキープレイヤーの存在である。ソメイヨシノの開花季節を例にとれば、日本人は、お花見やお祭りを通して文化的な生態系サービスを長年にわたり享受してきた。けれども最近では、地球温暖化を要因としてソメイヨシノの開花日が早期化し、これまでの季節感が崩れようとしている。将来、現在と同様にお花見やお祭りを楽しもうと思えば、お花見やお祭りの開催時期を前倒しにするなど、気候変動に対する何らかの「適応」が必要となる。さもないければ、イベント開催やお花見弁当の業者などは、死活に関わる大損害を被ってしまう。一方、モンゴルの遊牧を例にとれば、社会体制と気候の変化を要因として、五畜（ヒツジ・ウシ・ウマ・ヤギ・ラクダ）の飼育数が変化し、草原生態系と遊牧民の生活に対して大きな影響を及ぼしている。社会主義体制の時代（1921～1990年）では、飼育数は集団的に管理されていたため、今となってみれば持続的な遊牧が行われていた。これに対して、民主化以降の時代（1990年～）では、経済的にみて価値の高いヤギの飼育数の激増により過放牧が進み、草原の劣化（砂漠化）を招いた。さらに悪いことに、気候変動はゾド（気象災害）による家畜の死亡リスクを著しく高め、草原の劣化と合まって持続的な遊牧を阻んでいる。人々は、社会の変化に対して遊牧のスタイルを「適応」させたわけであるが、生態系や気候の変化は、さらなる「適応」を求めているのである。

さて、「適応」という文脈において、社会や気候変動下における人々と景観の関わりにはどのようなレイヤーがあるのであろうか？図1を見ていただきたい。そこには、「環境」・「生業」・「物質循環」・「社会」という4つのレイヤーがあり、それらの相互作用が現在や将来における人々の生活に対して大きな影響を及ぼしていると考えられる。これらのレイヤーが絶妙なバランスを保ち、人々が上手く生業を変化させれば（「適応」すれば）、持続的な生活ができるかと解釈できる。人類がユーラシアを旅立ち、分布域を拡大させた途上にある、シベリアや太平洋の島嶼域は、他の地域と比べて、環境変動に対する生態系や人間生活の脆弱性が極めて高い。しかしながら、かつての人類は、過酷な環境下において生活の基盤となる様々な景観に対して見事に「適応」したのである。かつての人類が寒冷地への「適応」を成し遂げた時代とは大いにかけ離れるが、本課題で

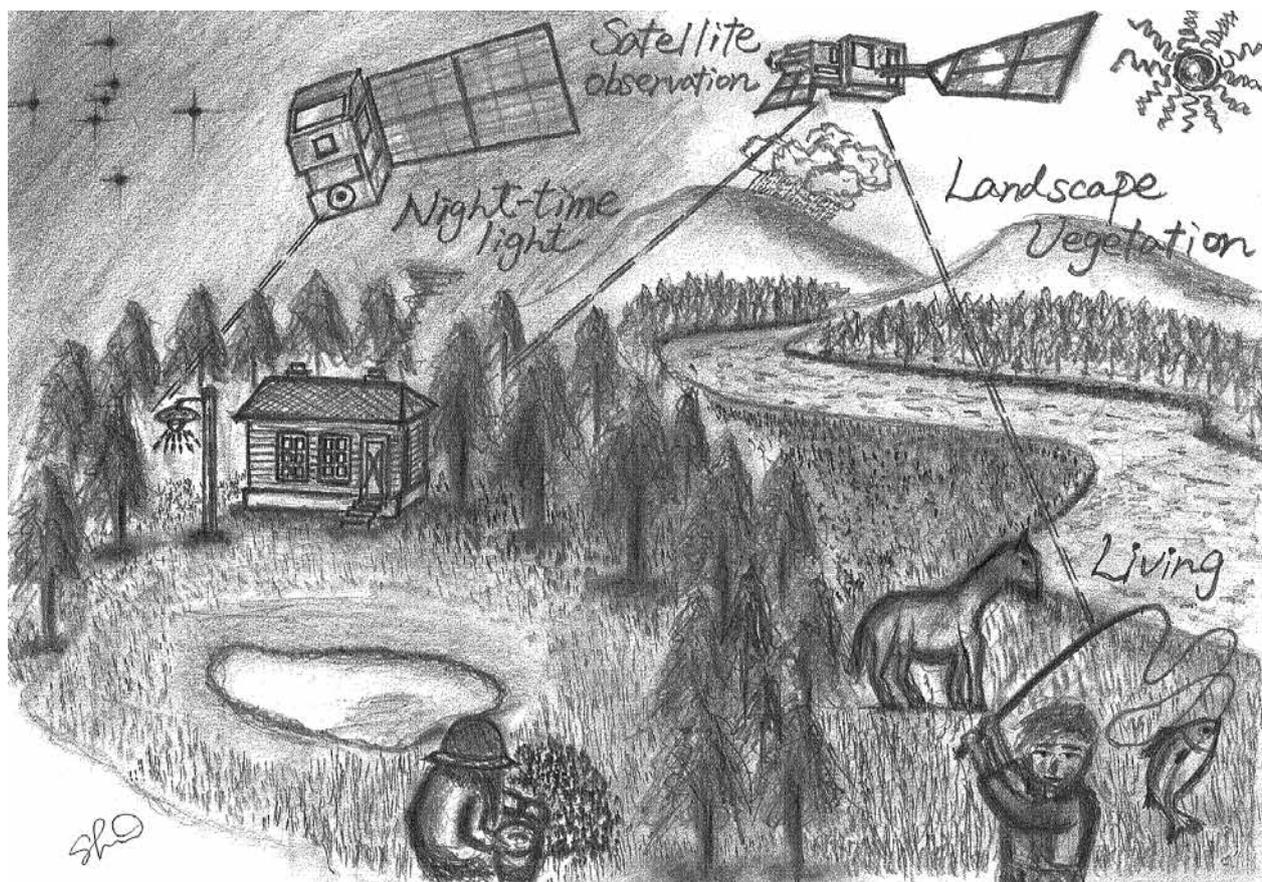


図2 サハ共和国の中央部の景観を対象とした本課題のイメージ（公募研究課題申請書より転載）

れている（図2右）。そして、レナ川の河岸段丘の上面では、大小の湖沼とその周囲の草地からなる、アラスと呼ばれる周氷河地形が点在し、森林ではベリーやきのこの採取や動物の狩猟が行われている（図2左）。このとき、河川からの距離が景観を変化させる環境要因となり（氾濫原の草地から森林とアラスへ変化する）、景観の変化が人々の生業に特徴をもたらしているのである。

では、これらの景観の空間分布の特徴をどのようにして広域的に検出すれば良いのでしょうか？筆者が十八番とする「衛星リモートセンシング」の登場である。森林や草地など土地利用土地被覆の検出や植物季節のモニタリングは、可視光と近赤外の波長をお昼に観測するセンサー（例えば、ヨーロッパの Sentinel-2A/2B 衛星に搭載された MSI センサー）により、人々が暮らす住居は、夜間光の強さを観測するセンサー（米国の Suomi NPP 衛星に搭載された VIIRS センサー）によりそれぞれ観測できる。このとき、衛星に搭載されたセンサーは、可視赤・可視緑・可視青・近赤外などの波長帯（バンド）をある空間分解能を持って、それぞれ

計測する。Sentinel-2A/2B 衛星に搭載された MSI センサーは、10 m の空間分解能を持ち、2 機の衛星により同一地点を 5 日ごとに、Suomi NPP 衛星に搭載された VIIRS センサーは、（夜間光の観測では）500 m の空間分解能を持ち、同一地点を毎日観測する。ただし、雲被覆がある条件では地表面の様子を正確に観測できないため、解析に最適である快晴条件下において観測されたデータの取得頻度は、気候条件に応じて減少する。可視赤・可視緑・可視青・近赤外などバンドデータを用いて、植生の地上部現存量（バイオマス）の状態を 0～1 の数値として指標化し（1 になるにつれてバイオマスが大きくなる；例えば、正規化植生指数：NDVI が有名である）、土地利用土地被覆や植物季節の時空間分布の変動を解析できる（本項では紙幅の都合上、解析例は割愛する）。

例として、ヤクーツク市街地北部を対象に、Suomi NPP 衛星に搭載された VIIRS センサーにより 2021 年 2 月に観測された夜間光の強さ（1 ヶ月間に観測されたデータの合成）と Sentinel-2A/2B 衛星に搭載された MSI センサーにより 2020 年 7 月 30 日に観測された

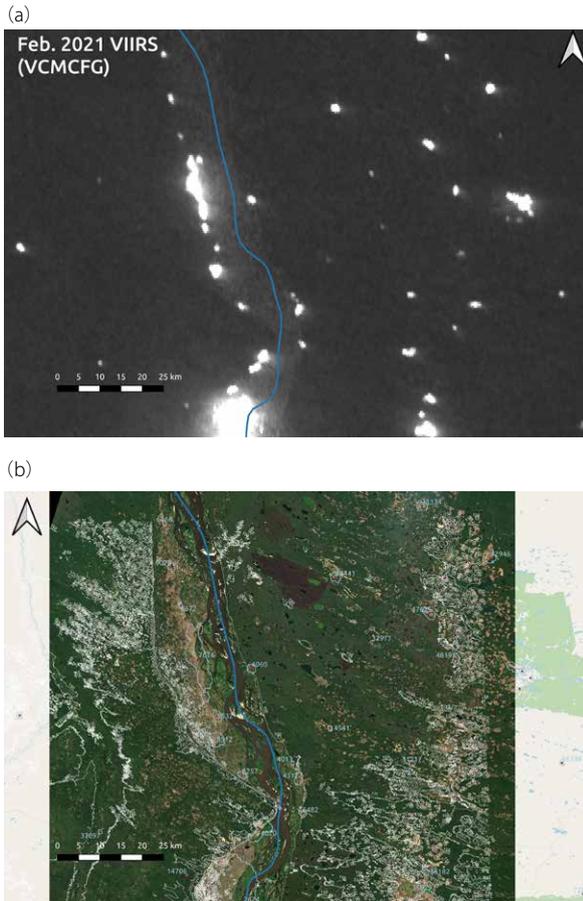


図3 ヤクーツク市街地北部における、(a) Suomi NPP 衛星に搭載された VIIRS センサーにより 2021 年 2 月に観測された夜間光の強さおよび、(b) Sentinel-2A/2B 衛星に搭載された MSI センサーにより 2020 年 7 月 30 日に観測された RGB 合成画像。図中、青線はレナ川の中心を、白い点線は標高を、赤丸は強い夜間光が観測された地点の重心を、赤丸を取り囲む薄い水色の線は強い夜間光が観測されたエリアの輪郭を、赤丸のそばにある数字は、レナ川の中心からの距離 (m) をそれぞれ示す。図 (b) の背景の地図は OpenStreetMap、河川のシェープファイルは Natural Earth、数値表層モデルは ALOS World 3D-30m (AW3D30) データセットをそれぞれ利用した。

RGB 合成画像を図 3 に示した。図 3(a) において白色は強い夜間光を観測したエリアを示し、都市や町村(集落)に相当する。例えば、ヤクーツク中心市街地の郊外は、図 3(a) の中央下の大きな白色のエリアに相当する。図 3(b) を見ると、レナ川(青線付近)の周辺では、周囲と比べて標高が低く、茶色のエリア(草地)が多いこと、これらの地域と比べて幾分標高が高い河岸段丘の上面では、緑色のエリア(森林)が広く分布し、とりわけ、レナ川の右岸(東)では、アラス地形(青色で示される湖沼と、その周辺の茶色のエリア)が数多く存在することがみてとれる。いま、図 3(a) と (b) を見比べて欲しい。強い夜間光を観測したエリア(図(a)の白いエリア)、すなわち都市や村落は、レナ川の河岸段丘の下面と、レナ川右岸の河岸段丘の上面において点在

するアラス地形に沿って分布していることが分かる。当然とも言えるが、衛星観測データは、図 2 に示した景観のイメージを上手く説明できるのである。ただし、このような解析を無料で行えるようになったのは、高々ここ 5 年ぐらいの歴史であることを特記したい。

衛星観測により人々の生活の舞台となる景観の空間分布の特徴を理解できることは分かった。けれども、衛星は人々の行動やそのモチベーションの動態をもちろぬ観測できない。次なる筆者の十八番、「ソーシャルセンシング」の登場である。ここで言う、ソーシャルセンシングとは、Google Trends (<https://trends.google.co.jp/trends/?geo=JP>) や Yandex Statistics (<https://wordstat.yandex.com/>; ロシアでポピュラーな検索エンジン)、Twitter や Instagram など SNS (ソーシャル・ネットワーキング・サービス) を利用した解析である。当然のことながら、これらのツールを用いた解析は、高々ここ 5 年ぐらいの歴史ではある。けれども、最近では、とりわけ COVID-19 などに関連した「Infodemiology (情報疫学)」の分野において目覚ましい研究発展を遂げている。Google Trends では、ある地域のある期間を対象とした人々の関心を RSV (相対検索ボリューム) という指標を用いて、0 (関心が低い) から 100 (関心が高い) の数値により時系列的にあらわす。先住民をはじめロシアの人々に対して季節の恵みをもたらす様々なベリーを対象として、RSV の時系列変化を図 4 に示した。ラズベリー・アカフサスグリ・クロフサスグリは、収穫期に相当する 7 月ごろに RSV のピークを持つ季節変化がみられる。Google Trends では、人々の関心が高い地域(ロシアの場合、共和国や州が最小単位)および、検索の関連トピックや関連キーワードが附属情報として提供されるため、RSV の時系列の妥当性や精度を検証できる。また、Yandex Statistics を用いて同様な解析を Google Trends と比べて、より詳細に行うことができる(例えば、都市や町村スケールでの調査ができる)。本課題では、生業に関連してサハ共和国の人々と景観の対応関係を説明すると考えられるキーワードを対象に、Google Trends や Yandex Statistics を用いて、人々の関心の時空間分布の特徴を探るのである。

以上に述べたように、衛星リモートセンシングとソーシャルセンシングが本課題の骨格をなすテーマとなるが、既往研究で得られた民族誌情報の収集もまた必要不可欠である。なぜなら、衛星リモートセンシングと

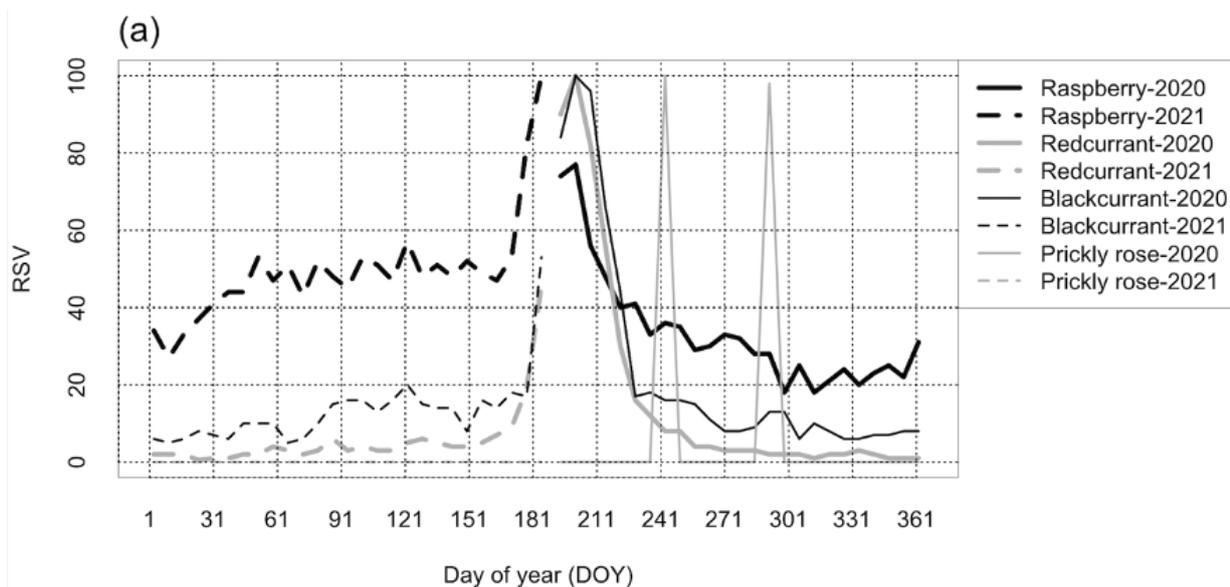


図4 様々なベリーを対象とした、2020年7月から2021年6月のロシアにおけるRSVの時系列の例。DOYは、1月1日からの通算日を示す。詳細は、Shin et al. (2022; <https://doi.org/10.1016/j.polar.2022.100871>) を参照されたい。

ソーシャルセンシングは、景観や人々の動向やモチベーションの時空間分布を定量的にとらえることができるという利点を持つ一方、それらの現象の理由や背景を直接的には解釈できないという欠点を持つからである。とどのつまりは、最先端のツールを駆使した解析を行うが、研究の基本中の基本である文献サーベイが第一となる。このため、本課題では、既往研究で得られた民族誌情報の収集も積極的に行う一方、テキストマイニングという情報科学のツールを用いて情報のとりまとめを定量的に行う計画である。

勤の鋭い読者諸兄姉であれば、すでにお気づきのように本課題は、主にインターネットを利用し、現地へ行かずして国内において完結できる内容である。計画時点においては、コロナ禍の収束の見通しが立たず、現地訪問の実現性が不透明であったため、インターネットを駆使した、ある意味挑戦的な内容を計画した。しかしながら、ご周知の通り、課題採択時においては、プー

チン政権によるウクライナ侵攻という想定外の出来事により、まったくもって現地訪問ができないという、コロナ禍以上の非常事態に見舞われた。前述のように、本課題は国内のみでも一応実行できる。しかしながら、本課題の内容とはある意味矛盾してしまうが、当地の景観と人々の生業の対応関係を深く理解するためには、現地において五感による体験が必要であることは、もちろん強く訴えたい。例えば、ヤクートの生業に関連した秋の味覚、仔馬の料理に関して、現地で実際に味わってみたいことには、仔馬の料理をとりまく背景を心底理解できないであろう。はたして、今回の課題は単なる挑戦で終わってしまうのか？あるいは、当該分野に対して（新学術の目標に沿って）、新しい風を吹き込むことができるのか？多少の不安を抱きつつ、一日も早い平和の実現と、かつてのように平和な日常の中で現地訪問ができる日を強く願い、まとまりがない拙稿の結びとしたい。

A I 事始

五十嵐由里子

日本大学松戸歯学部

現在は人工知能（A I）の第3次ブームと言われている。A Iの中心的な技術の一つが機械学習である。機械学習では、コンピュータが大量のデータを学習し、自動的にアルゴリズムやモデルを構築して分類や予測を行う。とはいえ、データは人間が準備しなくてはならず、「学習に適したデータをいかに抽出するか」が、A Iを発展させるために克服すべき大きな課題の一つである。しかし、2011年に音声認識の分野で、2012年に画像認識の分野で世界デビューしたディープラーニング（D L）は従来の機械学習の欠点を克服する画期的な技術であり、現在は画像認識などの分野でD Lが研究の中心になっている。

D Lは脳の神経回路を模したモデルである。神経細胞の機能を数学的にモデル化したパーセプトロン（ニューロンモデル）を連結した神経回路網のモデルがニューラルネットワーク（N N）であり、N Nのうち、隠れ層を2階層以上持つN Nをディープニューラルネットワーク（D N N）と言い、D N Nを用いた機械学習がD Lである。私は縁あって、四年前から理工学部の研究者の方々と共同でD Lを用いた研究を始めた。

ところで、ヒトの身体、私が扱うのは主に骨や歯などの硬組織であるが、その形態は複雑である。遺伝的に決定された形態も複雑であるし、ヒトの場合、生きて生活を行っているうちに、環境の様々な影響を受けて、形態が変化する。個人の中では年齢変化、集団で見れば個人差が現れる。このような後天的に変化する形態に注目するとその複雑さは否応なく増加する。

例えば、骨盤の仙腸関節を構成する腸骨耳状面の表面形態は年齢によって変化する（図1, 2）。そこで腸骨耳状面の表面形態から年齢を推定することが行われている（図3）。しかしその年齢推定値は、5歳刻み、10歳刻みの精度を求めるまでにはなっていない。7年間かけて1400個の耳状面を肉眼観察し、耳状面の複雑な形態の中から年齢と関連しそうな項目を選んで作った推定値でも、その程度である。耳状面の表面形

態には、年齢以外の様々な要因が影響しているからである。しかし、耳状面の複雑な形態を構成する諸々の形態のうち、年齢の影響を特に強く受ける形態が見つければ、その形態を選んで年齢推定のより正確な指標とすることも可能かもしれない。「そうだ！A Iを使ってそういう形態を探してみるのもいいかもしれないよね！」なんてことを統計学者の共同研究者と話をしていたちょうどその頃に、運良く理工学部の研究者からA Iの共同研究の話をいただいたという次第である。

しかしいきなり耳状面の表面形態にアタックするよりは、もう少し簡単な形態を扱おうということで、まず、ヒトの歯種鑑別に取り組むことにした。手始めに、下顎中切歯と下顎第一大臼歯という初学者でも簡単な歯種鑑別を行うモデルの作成を試みた。このモデルが完成したので次に、下顎小白歯の歯種鑑別モデルに取り掛かった。小白歯には上下左右に第一小白歯と第二小白歯があるが、それらの正確な鑑別は初学者にとって最も困難である。現在のところ、左右を問わなければ、下顎第一小白歯と下顎第二小白歯の鑑別はほぼ8割方できるところまで到達した。しかしまだ実用化には程遠い。

歯種鑑別モデルを作るためには、まず、画像データを準備する。そのために、歯の石膏模型を使うか、実際の歯を使うか、歯をどの向きから撮影した画像を使うか、などの試行錯誤を繰り返した（図4）。D Lのパラメータの調整に加え、転移学習の導入、転移学習に用いる素材の工夫も行った。

歯種鑑別をマスターした人間から見れば、こんな簡単な鑑別もできないA Iに対して「やはりヒトの目ほど優れた鑑別装置はないな」と優越感を感じるのも事実ではあるが、一旦モデルが完成すれば、長期間のトレーニングも不要で誰でも歯種鑑別が可能になるという利点がある。また、モデルを改良する過程で、複雑な形態を鑑別する際の鍵となる形態が見つかる可能性もある。そしていずれはより複雑な骨形態の鑑別モデルを作りたいという夢もあるので、私はこの研究過程を楽しんでいる。

D Lを含めたA Iの技術は今後も発展するだろうし、シンギュラリティの脅威なども語られている。しかし現状では、A Iを動かせるためには、あくまで人がデータを準備万端整える必要がある。A I初心者の印象ではあるが、「人が条件設定をしてあげて初めて馬車馬のように働けるのがA I」というのが現在の状況だと考

えている。

文献

Yuriko Igarashi, Shintaro Kondo, Sora Kida, Megumi Aibara, Minami Kaneko, Fumio Uchikoba. Mandibular premolar identification system based on a deep learning model. Journal of Oral Biosciences. 64: 321-328.2022

Yuriko Igarashi, Kagumi Uesu, Tetsuaki Wakebe, Eisaku Kanazawa. A New Method for the Estimation of Adult Skeletal Age at Death from the Morphology of the Auricular Surface of the Ilium. American Journal of Physical Anthropology. 128: 324-339. 2005.

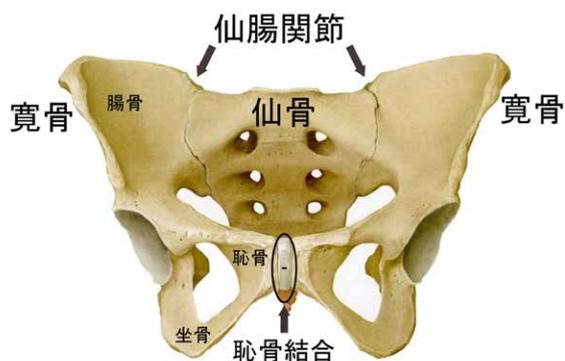


図1 骨盤。骨盤は左右の寛骨と仙骨から構成されている。寛骨は腸骨と恥骨と坐骨から構成されている。腸骨と仙骨は仙腸関節で繋がっている。仙腸関節の関節面を耳状面という。腸骨と仙骨にそれぞれ耳状面がある。(出典：プロメテウス解剖学アトラス 解剖学総論/運動器型 一部改変)

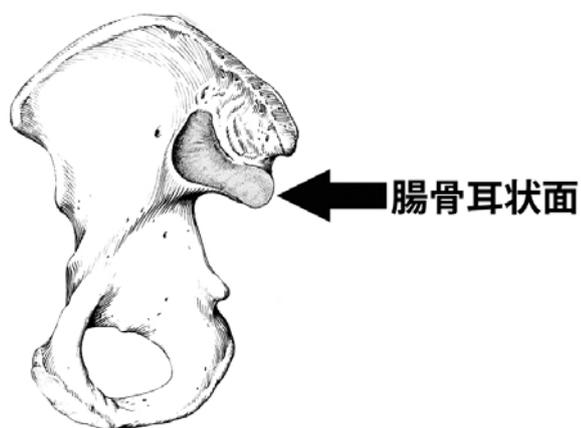


図2 寛骨 (出典：図解剖学事典 一部改変)

328

Y. IGARASHI ET AL.

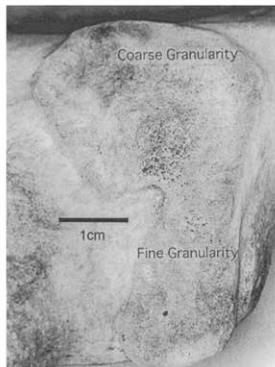


Fig. 5. Auricular surface with fine granularity and coarse granularity.

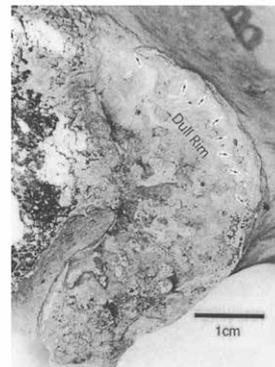


Fig. 7. Auricular surface with a dull rim.

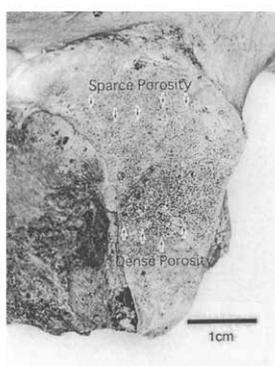


Fig. 6. Auricular surface with sparse porosity and dense porosity.

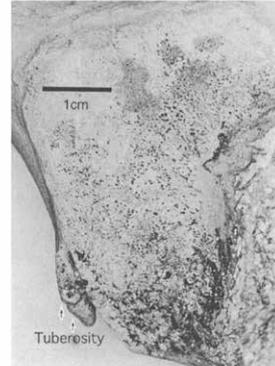


Fig. 8. Auricular surface with a tuberosity.

図3 腸骨耳状面の表面形態 (Igarashi et al.2005)



図4 下顎大白歯の石膏模型の撮影風景。咬合面を90度回転させて撮影する。動画から、訓練データ、検証データ、試験データ用の静止画像を作成する。

計画研究 B03 班

メダカから「新奇性追求」の遺伝基盤とその進化史を紐解く

勝村啓史

北里大学医学部解剖学

新学術領域研究「出ユーラシアの統合的人類史学：文明創出メカニズムの解明」B03 班の班員となり、4年目を迎え後半に入りました。私はサルやマウスといったヒトモデルとしてよく使われる動物ではなく、小型魚類であるメダカ、特に自然集団のメダカを使って、「新奇性追求に関わる遺伝基盤とその進化」について研究しています。コロナ禍のなか始まった本研

究課題ですが、日本国内とはいえフィールドワークも計画していたことで、なかなか思うように進まないこともありました。ただ一方で、実験室での研究時間は増えたので、ゲノム編集法を用いたメダカの新奇性追求の強さに関わる遺伝子解析も進み、徐々に興味深い結果も得られてきました。研究プロジェクト後半では、この遺伝子が新奇環境進出イベントにどのように関わってきたのか、にフォーカスしながらヒトも対象とし進めていこうと計画を立てています。

本記事では実験動物としてのメダカでなく、遺伝子の進化史を研究するモデルとしてのメダカをお伝えしたいと思います。なお、本内容は「月刊アクアライフ 2021年11月号」にも掲載されました。出版社の許可を得てここに転載します。

月刊アクアライフ 2021年11月号

「日本に拡散したメダカ、
その旅路と多様性」

勝村啓史

北里大学医学部解剖学

ヒトとメダカに共通する多様性

周りを見渡してみると、私たちには髪質や顔貌、体型などに様々な違いがあることがわかる。さらに住む地方や国、地域まで広げてみれば、それらはヒト集団の地域特徴としても現れる。このような豊かな多様性は「何」に由来するのだろうか？答えは「ゲノム」である。このゲノムを構成するDNA配列の違いによって個人差、地域集団差が生まれる。

私は分子進化・集団遺伝学をベースにした人類進化学を専門とする。ヒト集団の様々な形質に興味を持ち、それらの個人差、地域差をもたらすDNAの変化を調べている。DNAの変化は世代とともに蓄積し、それが他者との「ゲノム」の相違をもたらす。では、このDNAの変化は何に影響を受け、どのような形や機能の違いをもたらすのか？私はこの過程を知るために、ヒト集団のモデルとしてメダカ集団を研究材料としている。なぜメダカなのか？という質問を多々受ける。が、よくメダカを見てほしい。図1に日本各地のメダカの顔を載せ

たが、見てわかるようにみんな顔が違う。もちろん違いは顔だけでなく、行動や体の機能にも違いが存在している。つまり、メダカも私たちヒトと同じように環境に適応し、それぞれの地域で進化してきたのである。そこで私は、メダカの進化史を明らかにできれば、ヒト集団がどの様にして多様な集団となったのかを知る手がかりになると考え、メダカを研究対象としているのである。しかしながら、ヒトとは違い、メダカの進化史についての知見は多くない。そこで私はまず初めに、ヒトの進化研究で用いられている方法を適用し、メダカの進化史を明らかにするところから始めた。

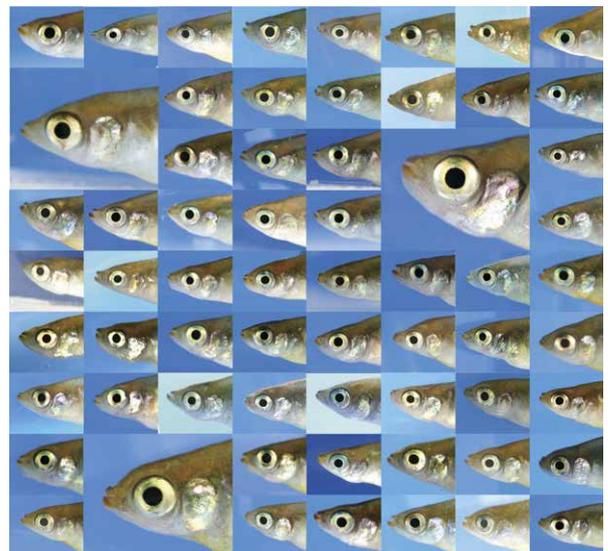


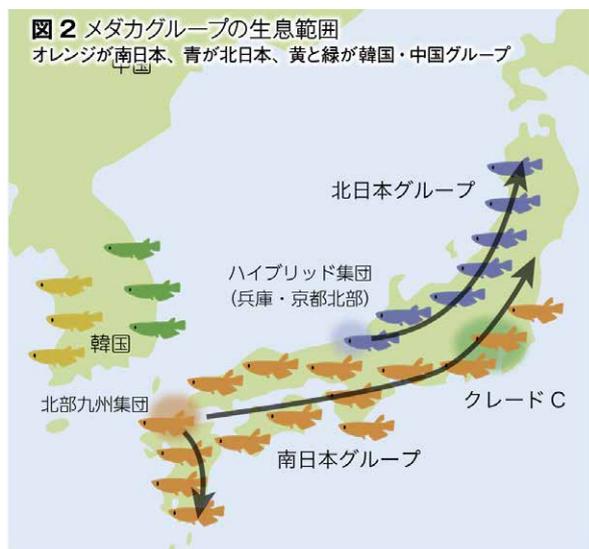
図1 メダカ地域集団の顔の多様性

日本のメダカの2つの遺伝的グループ

日本には遺伝的に離れた2つのグループが存在する。一つは、南は沖縄から北は岩手までの太平洋側に生息する南日本グループで、もう一つは、京都北部から青森までの日本海側に生息する北日本グループである(図2)。お気づきの読者もいると思うが、これは“ミナミメダカ”、及び“キタノメダカ”とも呼ばれる。これらが別種であることを示唆する研究成果もあるが、これらメダカの交雑個体は子孫が残せ、“ミナミメダカ”のバリエーションの中にも“キタノメダカ”の特徴が見られることから、私たちは別種であるという結論は早計ではないかと考えており、本稿ではそれらを南日本グループ、および北日本グループと呼ぶこととする。

2つのグループに分けられると言っても、グループ内では遺伝的に単一ではない。細胞内小器官であるミトコンドリアのゲノム解析から、グループを構成する集団の間には遺伝的な地域差があることが知られている。さらにそれら集団内でも、少しずつ異なるDNA配列を持つ個体同士が集まってその地域の集団を特徴づけている。また、境界部(兵庫・京都北部辺り)には、2グループ間の交雑によって生まれた“ハイブリッド集団”も存在している。

それでは、南日本グループと北日本グループは、いつどこで誕生したのだろうか。そして、それらはどのように生息域を拡げてきたのだろうか。この謎を解くためには、ミトコンドリアゲノムの情報だけでは不



(イラスト/いずもり・よう)

十分である。ミトコンドリアゲノムはその全長が約16,000 bpで核ゲノムの約0.002%でしかない。さらにその遺伝様式から偶然の影響を受けやすく、推定のバラツキが大きくなってしまふことが知られている。そこで私たちは、次世代シーケンサーと呼ばれ、従来法の何百万倍もDNA配列を解読出来る機器を使い、メダカの核ゲノムの多様性を調べることにした。さらに日本各地のメダカを網羅すべく、東京大学にて系統維持されているメダカ地域集団(81地域由来)から、核ゲノムDNAを抽出し、それらを分析した。

南日本グループ「出・北部九州」説、では北日本グループの起源は？

核ゲノムから推定した系統樹は、日本のメダカにおいて、南日本グループと北日本グループ+ハイブリッド集団の2つに分かれるパターンを示した(図3)。そして南日本グループでは、九州集団のクラスターと一部九州集団を含む本州集団のクラスターに分かれた。さらに詳しく系統樹内部を見ていくと、それぞれのクラスターは北部九州集団で祖先を共有していることがわかった。このパターンは、現生の南日本グループの遺伝的な多様性が北部九州で生まれ本州太平洋側に拡がったこと、つまり、北部九州が起源であることを示している。私たちはこれまでも「出・北部九州」説を唱えていた(メダカのミトコンドリアゲノムから推定した系統樹が、現生ヒト集団の「出・アフリカ」を示す系統樹と同じパターンを示すため)。それは、核ゲノムからも支持された。さらに後述のコンピュータシミュレーションにより、およそ50万年前に「出・北部九州」が起こったことが推定された。

一方で、北日本グループはどうであろうか。意外にも北日本グループは、“ハイブリッド集団”とクラスターしていた(図3)。しかし、南日本グループのパターンとは違い、地域を跨いでどちらかのクラスターに入り込むことはなかった。これでは北日本グループの起源に迫ることはできない。そこで次に、コンピュータシミュレーションによる解析を行なった。簡単にいうと、考えられる進化のシナリオをいくつか用意し、それぞれでシミュレーションを行い、現在の多様性を説明できるシナリオを探す方法である。一つのシナリオに対し100万回のシミュレーションを行った結果、最もフィットするシナリオは、“ハイブリッド集団”が北日本

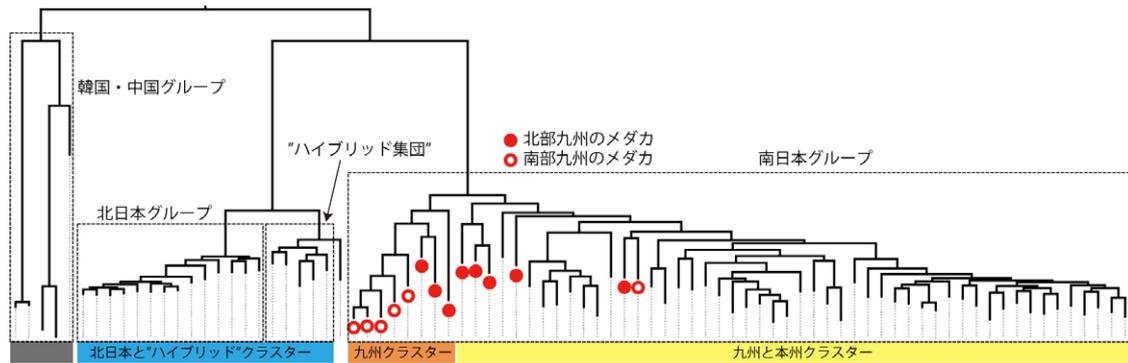


図3 メダカ集団の系統樹

グループの起源集団であるとするシナリオだった。つまり、実際のところ、南日本グループと北日本グループの交雑（ハイブリッド）はほとんど起こっていなかった。そして、元々、兵庫県および京都府北部にいた集団の一部がここを出発点として、新しい集団（北日本グループ）として北上していったのである。

南日本でも北日本でもない第3のグループの存在

私たちのシミュレーションは、メダカの2つのグループの分岐は500-400万年前まで遡ることを示唆した。そして南日本グループでは、50万年前に「出・北部九州」が起こり現生のメダカが拡散したとされる。ではその間、日本列島にはメダカがいなかったのだろうか？いや、そんなことはない。実は「出・北部九州」に先立って出ていったとされるグループがいたことがわかっている。それは、北日本グループと南日本グループとほぼ同じ時期に分岐し、関東地方に生息する第3のグループ（クレードCと呼ばれる）である。私たちによって初めて、このクレードCのミトコンドリアゲノムの全配列が決定されたが、それでもやはりクレードCは北日本グループにも南日本グループにも近縁でなく、ほぼ同時期に分岐したグループであることが示された。おそらくメダカは何回もの氷期・間氷期を経験し、「出・北部九州」が起こる前に日本列島に広がっては絶滅することを繰り返してきた。クレードCはそれらのメダカの一つだと思われる。

それでは、クレードCはどのような特徴を有したメダカなのだろうか？そして現在も生息しているのだろうか？残念ながら、クレードCの遺伝情報はミトコンドリアゲノムしかわかっておらず、それだけで特徴を復元することはほぼ不可能である。そして、クレードCは後

から関東地方に辿り着いた南日本グループと交雑して同化してしまった可能性が高い。しかしそうだとすると、南日本グループの核ゲノムにその痕跡が残っているかもしれない。私たちは現在、クレードCの痕跡を探すべく南日本グループの核ゲノム全DNA配列を解読中である。

生息域拡大に関わるグループごとの特性

私たちの核ゲノム解析は、北日本グループの拡がるスピードが南日本グループのそれよりも速かった可能性も示した。新たな環境に進出するとき、メダカは強い環境ストレスにさらされる。特に北日本グループが拡がった日本海側は、太平洋側と比べ層生存に厳しい環境であることが容易に想像できる。私たちは、北日本グループは南日本グループと比べ、急激な寒冷環境にさらされても順応期間がほとんど必要なく生存でき、さらに消化管を長くして食べ物のストレージとして活用する進化が起きた可能性を掴んでいる。これら進化が北日本グループの急速な北への進出を可能にしたのかもしれない。一方で南日本グループでは、他のグループと比べて強い好奇心を示す。私たちは、それが広い生息域獲得に関与している可能性を考えている。これらの科学的な裏付けはまだこれからではあるが、メダカが日本列島に拡がる過程で、様々な環境や四季に適応してきたということだろう。見た目が地味なため、DNA配列の違いばかりが言及されているが、実はよく見てみれば、私たちヒトと同じようにメダカもその形態や生理に地域差があるのだ。この地域差がどのように生まれたのかを知る素地が整った今、メダカ集団はヒト集団のモデルという航海に出発するのである。

分募研究 B03 班

古人骨から過去の暴力行動を
復元する

長岡朋人

青森公立大学経営経済学部

過去の人々が暴力を受けた直接の証拠は骨に残る外傷だけである。外傷の種類や頻度が時代によってどのように変化するかを明らかにすれば、私たちの遠い祖先の暴力や戦争の起源にアプローチできる。しかし、骨から外傷を分析するのは一見簡単そうに見えるものの、人体の構造や病気の知識がなければ恣意的な復元に陥りがちである。骨の受傷痕の鑑別は、傷によって人体構造のどこを損傷したかという解剖学的意味付けが欠かせない。

外傷は鋭利な傷の場合は亀裂、風化、根の汚れ、食肉類・げっ歯類の噛み傷と混乱しやすい。傷を受けてしばらく生存していた場合は骨新生（リモデリング）が起こるため判別は容易である。しかし、傷に治癒の痕跡がない場合は死亡前後に受けた傷か、埋蔵過程で受けた傷か、発掘時に受けた傷かの判断に迷うことが多い。武器による鋭利なカットマークは、石器と金属器で違いがあるものの、刃の形を反映して傷の断面が鋭いV字型であり、その傷に平行に線条が残るといった特徴がある（Shipman, 1981）。一方、噛み傷は傷の断面はU字型であり、底が丸みをおびている。また、発掘時に受けた傷の場合は傷の色調の違いで判別できる。しかしながら、砂利などの上に散乱した骨に動物の踏み付けがあった場合にはカットマークと似たランプリングマークが残るといった難しさがある（Behrensmeyer et al., 1986）。

骨の人為的損傷とタフォノミ的变化が混同されることがある。たとえば、ある大学の標本室に長年保管されている頭蓋があり、大後頭孔周辺に孔を広げるような数センチ程度の傷が無数に残っているとす。どのように解釈すべきか。その傷をセンセーショナルに解釈したい研究者であれば、開頭して脳を取り出した痕跡だと考えるかもしれない。しかし、解剖学者として頭蓋を見る場合、頭蓋底には頸椎が関節し、筋や靭帯が付着する。解剖学者が開頭するときに頭蓋底からアプローチすることはなく、古代アンデスの脳外科手

術であっても頭蓋冠からアプローチする。この話は実際の話であり、大後頭孔周辺に残っていた傷は長年人為的損傷と解釈されてきたが、後日齧歯類の噛み傷であることが判明した（馬場, 1999）。傷一つの解釈で古代人がカニバリズムを行っていたかどうかという議論に発展する危険性がある。

鎌倉市の材木座遺跡は、鎌倉幕府滅亡時の戦争の犠牲者が埋葬されている遺跡と考えられている（鈴木ほか, 1956）。材木座遺跡出土人骨は暴力の痕跡が数多く発見された。鈴木ほか（1956）は、約半数の人骨に搔創（scratches）と呼ばれる細かな傷を見つけ、それは死亡前後に軟組織を剥がした痕跡だと考えた。一方、近隣の遺跡から出土した人骨の外傷を電子顕微鏡で調査した結果、骨に残された細かな搔創は砂地に埋まったときについた傷であり、人為的な傷はわずかに発見されるに過ぎないことが分かった（Nagaoka et al., 2009）。遺跡間の差もちろんあるが、材木座遺跡の外傷を再調査した Shackley (1986) は軟組織を剥がした傷を発見することはできなかった。材木座遺跡で搔創とされている傷の写真（鈴木ほか, 1956）を見ると、一部人為的なカットマークも含まれる可能性があるものの、大部分は砂地に埋葬されたタフォノミ的变化の結果と考えるのが妥当である。その理由は軟組織を剥離した場合にはカットマークが密集することではなく、数条の傷だけになるからである。頭皮は疎性結合組織の深さまで切り込みを入れると容易に剥がすことができる。

なお、鎌倉市の材木座遺跡では頭の骨が集められて埋葬された頭蓋集積墓が発見された。この埋葬をどのように解釈すべきか。斬首されて埋葬された首塚だと考えるのは細心の注意が必要である。頭の骨に下顎骨や頸椎が伴っているかを確認すべきである。斬首して埋葬されていれば切断部分より上の部分が連結した状態で埋葬される。一方、野ざらしになった人骨が埋葬される場合は頭蓋と他の部分が離れた状態になるため、サイズが大きな頭蓋が下顎骨・頸椎と外れた状態で回収・埋葬される。古代アンデスにおける首級を用いた儀礼を行った神殿では下顎骨や頸椎が関節した状態の首級が出土していた一方（Nagaoka et al., 2019）、鎌倉市材木座遺跡から出土した中世人骨は下顎骨や頸椎が外れた頭蓋が発見された（鈴木ほか, 1956）。前者は斬首した痕跡であり、後者は野ざらしになった骨が集められたものである。

日本では古人骨のカットマークの同定基準が不明確な研究が多く、研究者の恣意的な判断が多い。カットマークは観察すれば簡単に鑑別できるものではない。骨学を学習したばかりの初学者が血管溝とカットマークを間違えることもあるが、少なくとも医学生並みの解剖学の知識は必須である。一方、熟練の研究者が観察したとしても恣意的な解釈が無批判に受け入れられてきた反省もある。何よりも重要なことは、骨に残された傷から行動を解釈するときは誤った行動の復元によって差別や偏見を助長することがある。古人骨のカットマークは、厳密な基準に合致し、かつ解剖学的な意味を持つものでなければ同定すべきではない。カットマークの同定方法は半世紀前から論文が出ており、日本では主に動物考古学で用いられてきたが、受傷人骨の研究は遅れている。

参考文献

- 馬場悠男 (1999) ヒトの攻撃性と食人. 戦いの進化と国家の生成. 福井勝義・春成秀爾編, 東洋書林, 東京, pp.33-56.
- Behrensmeyer A.K., Gordon K.D., Yanagi G.T. (1986) Trampling as a cause of bone surface damage and pseudo-cutmarks. *Nature* 319, 768-771.
- Nagaoka T., Takigami M., Seki Y., Uzawa K., Alemán Paredes D., Andía Roldán P.S., Morales Chocano D. (2019) Bioarchaeological evidence of decapitation from Pacopampa in the northern Peruvian highlands. *PLOS ONE*, 14: e0210458.
- Nagaoka T., Uzawa K., Hirata K. (2009) Weapon-related traumas of human skeletons from Yuigahama Chusei Shudan Bochi, Japan. *Anatomical Science International*, 84: 170-181.
- Shackley M. (1986) Arms and the men: 14th century Japanese swordmanship illustrated by skeletons from Zaimokuza, near Kamakura, Japan. *World Archaeology*, 18: 247-254.
- Shipman P (1981) Life history of a fossil: an introduction to taphonomy and paleoecology. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- 鈴木尚・渡辺仁・岩本光雄・増田昭三・稲本直樹・三上次男・林都志夫・田邊義一・佐倉朔・香原志勢 (1956) 鎌倉市材木座発見の中世遺跡とその人骨. 日本人類学会編, 岩波書店, 東京, pp.1-74.

計画研究 B03 班

歩行機能と知能・寿命との関連

松永昌宏・石井敬子

愛知医科大学 名古屋大学

私たちヒト（ホモ・サピエンス）の種が初めて出現した地はアフリカと言われています。そのアフリカから、私たちの祖先は長い時間をかけて移動し、日本まで到達しています。車も飛行機もない時代、アフリカから日本まで移動するためには、途方もない距離を自分の足で歩くしかありません。そう考えると、長い距離を歩くことができる能力は出ユーラシアを可能にする重要な能力の一つと考えられますが、優れた歩行能力は、他にも何か重要な機能と関連しているのではないかと感じます。

興味深いことに、ヒトの歩行機能は知能や寿命に関連していることが最近の研究により明らかになってきています。1986年から2000年にかけて実施された海外での9つのコホート研究をプールし、計34485名の地域在住高齢者の登録時の通常歩行速度と6～21年のフォローアップ期間の生命予後との関連を解析した2011年に報告された研究によると、65歳以上の高齢者の生命予後を予測する最も良い因子は、歩行速度であるということが示されています（Studenski et al. Gait speed and survival in older adults. JAMA, 2011）。歩行速度が速いほど死亡リスクが低下しているのです。また、1972年4月から1973年3月までにダニーデン（ニュージーランド）で生まれた1037名を対象とし、

45歳になるまで追跡調査した2019年に報告された縦断研究によると、45歳の時に検査したウェクスラー式知能検査（WAIS-IV）の得点と、MRI（磁気共鳴画像装置）を用いて得られた脳の大きさや皮質の厚さは正の相関があること、また、歩行速度と、脳の大きさや皮質の厚さとも正の相関があることが示されています（Rasmussen et al. Association of Neurocognitive and physical function with gait speed in midlife. JAMA Netw Open. 2019）。知能が高い人は脳が大きく、歩行速度も速い、ということです。この研究では、3歳の時の知能検査の得点が低いと、45歳の時の歩行速度が遅いという関連も報告しています。したがって、出ユーラシアを果たした人類は、優れた歩行機能とともに、優れた知能と長い寿命を持つ種であることが示唆されます。

それでは、歩行機能を改善させたら、知能や健康状態が改善されるのでしょうか？このような疑問から、私たちはこの出ユーラシアのプロジェクトの中で、地域高齢者を対象としたプロジェクトを展開しています。愛知医科大学は愛知県長久手市にありますが、長久手市役所福祉部長寿課と、株式会社長久手温泉による産官学連携事業として、2021年から、長久手市福祉の家において長久手市在住の高齢者を対象とした運動教室を開催し、高齢者でも安全に筋力トレーニングをすることが可能な、最近開発されたマルチカフケア（Multi Cuff Care: 愛知電子工業株式会社）という血管トレーニング装置を用いて、高齢者の歩行機能の改善を試みています。これまでに、3か月程度の運動教室を2回実施しましたが、トレーニングにより高齢者の歩行機能の改善が見られたり、認知機能の改善が見られたりしており、いい成果が得られつつあります（松永ら、BIO



写真 マルチカフケア。
マルチカフケアは、血圧計で使用する駆血帯のようなカフを用いて一時的に血流を制限し、再灌流することによって全身の血流をよくする機能と、血流制限をしながらの低酸素トレーニングにより筋肉を鍛える機能を併せ持つ優れたものの機器です。



写真 マルチカフケアを使ったトレーニングの様子。

Clinica, 2021)。これから、出ユーラシアのプロジェクト中に、成果を順次報告していきたいと思っています。

文献

Studenski S, Perera S, Patel K, et al. Gait speed and survival in older adults. JAMA, 2011, 305: 50-58.

Rasmussen LJH, et al. Association of Neurocognitive and Physical Function With Gait Speed in Midlife. JAMA Netw Open. 2019, 2(10):e1913123.

松永昌宏・木村雅弘・橋本純子・富成祐介・石井敬子・坪井宏仁・鈴木孝太. (2021). マルチカフを用いた血流制限トレーニングが高齢者の歩行機能に与える影響. BIO Clinica 36(13): 78-81.



写真 高齢者の認知機能計測の様子。



写真 長久手市の運動教室の様子



OUT OF EURASIA
出ユーラシアの統合的人類史学

本誌の発行は、文部科学省・科学研究費補助金新学術領域研究（研究領域提案型）「出ユーラシアの統合的人類史学：文明創出メカニズムの解明」（領域番号 5101）総括班（MEXT 科研費 JP19H05731）の助成による。

NEWS LETTER

出ゆーらしあ

Vol.03



<http://out-of-eurasia.jp>

発行日 2023年11月1日
編集／発行 文部科学省・科学研究費補助金新学術領域研究（研究領域提案型）「出ユーラシアの統合的人類史学：文明創出メカニズムの解明」 領域代表者 松本直子
〒700-8530 岡山市北区津島中3-1-1
岡山大学大学文明動態学研究所
<http://out-of-eurasia.jp/>

Design : Maki Tarora, Hiromi Hirakawa, and Satoru Nakazono
DTP : Sanko printing CO.,LTD.