

旧人新人の交替と旧石器文化進化を数理モデルで解析 ：現象数理学と考古学の新たな融合研究

国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学博物館・大学院環境学研究科の門脇 誠二 講師は、明治大学総合数理学部の若野 友一郎 教授との共同研究で、数理モデルを用いた人類進化史の説明に成功しました。今回提案された「生態文化分布拡大モデル」は、2つの人類集団（旧人と新人^{注1}）の空間分布動態を表現すると共に、集団間の資源競争による人口密度の変化を示します。また、人口密度は文化（環境収容力の上昇に寄与する技術）とフィードバック関係を持つように設定されています。

この数理モデルは、私たち新人の祖先がアフリカから拡散した際の旧人との関係や文化変化を包括的に説明する理論的枠組みです。新人がユーラシアに少しずつ拡散していた頃（約19万～4.5万年前）、新人と旧人は共存・交雑していました。その時の新人は、旧人と類似した文化を持っていました。その後、約4.5万年前以降になると各地で新人が増加する一方で旧人は絶滅しました。その時の新人は、各地の環境や資源に適応した新たな文化を発達させました。

本研究の数理モデルを理論的枠組みとして、人類の進化と拡散に関して近年急増する遺伝学と考古学、古人類学の記録が、お互いに関連づけながら整理され、包括的な人類進化のプロセスが明らかになることが期待されます。

この研究成果は、2020年12月16日付 Elsevier 社の科学誌 Quaternary International にオンライン公開されました。

この研究は、文科省科研費 新学術領域研究（2016～2020）と基盤研究 A（2020～2024）の支援のもとで行われたものです。

【ポイント】

- ・本研究は、人類進化史に関する考古学や古人類学、古代 DNA 研究など多分野の成果を、相互に関連づけながら整理し、包括的な人類進化のプロセスを数理モデルを用いて示した。
- ・具体的には、旧石器時代^{注2}における新人の世界拡散や文化進化に大きく2段階が生じた理由について、生態文化分布拡大モデルを援用して世界で初めて理論的説明を示した。
- ・数理学と人文科学の間のこれまでにない新しい融合研究の分野を切り開くと期待される。

【研究背景と内容】

現在の中学高校の歴史や生物の教科書では、私たち新人は旧人よりも後に登場し、より発展した文化を最初から持っていたと説明されるのが一般的です。しかしその内容は、遺伝学と考古学の最近10年間ほどの進展により、大きな更新が必要になっています。

まず、新人は約30万~4万年前の間、旧人（さらには原人の一部）と同時期に生存していたことが明らかになりました。また、アフリカからユーラシアへ拡散した新人は、拡散先にいた旧人ネアンデルタール人やデニソワ人と共存・交雑したことが古代DNA研究により示されました。その当時の新人は旧人と同じような石器を用い、同じような動物を狩猟していたことが遺跡調査から分かっています。しかしながら、約5万~4万年前になると、新人はユーラシアのステップや高山地帯、極北地域、南方の熱帯雨林や海洋諸島域など様々な地域にさらに拡散し、それぞれの環境に適した資源利用や道具の製作が行われるようになりました。

このように、旧石器時代における新人の拡散と旧人との関係、そして文化進化には大きく2段階があるということが経験的記録から分かってきました。しかし、そのような2段階がなぜ生じたかについては謎でした。

その初めての理論的説明となるのが本研究の「生態文化分布拡大モデル」です（図1）。このモデルは2つの人類集団（旧人と新人）の空間分布動態を反応拡散方程式によって表現するとともに、集団間の資源競争による人口密度の変化を示します。また、人口密度は、文化（環境収容力に寄与する技術）とフィードバック関係を持つように設定されています。

このモデルのシミュレーションの結果、人口密度と文化に2つの状態が生じることが分かりました。1つは、新人と旧人の集団が生態学的ニッチの違いにより共存する低人口・低文化状態です（第1波）。2つ目は、新人の集団において、環境収容力に寄与する技術が人口密度と共に高まり、一方の旧人集団は減少する状態です（第2波）。

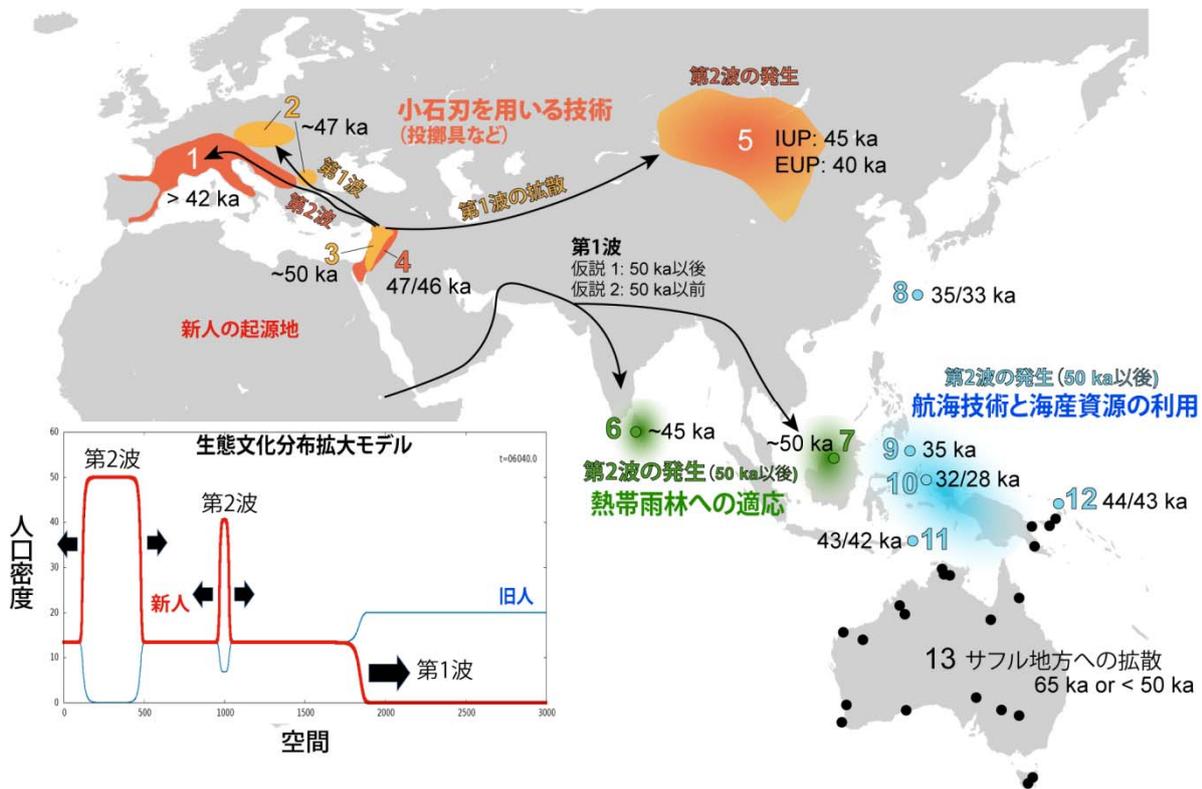


図 1 新人の出アフリカとユーラシアへの拡散を示す模式図。第 1 波では、小規模な新人集団がシンプルな技術で拡散し、旧人と交流・交雑した。第 2 波では、環境収容力に寄与する技術の発達に支えられて新人集団が増加し、旧人を同化・吸収した。2つの拡散波に対応する考古記録の年代を ka (千年前) で示す。左下の挿図グラフは、生態文化分布拡大モデルのスナップショット。赤線が新人の分布を示し、青線が旧人の分布を示す。第 1 波では両集団の人口が均衡するのに対し、第 2 波の場所では新人が急増した一方で旧人は減少・絶滅している。

このモデルが示す第 1 波は、新人が初めて出アフリカして西アジアに拡散した段階や、西アジアからヨーロッパ、北アジアそして南ユーラシアにさらに拡散した段階に相当します。各地で年代は異なりますが、約 19 万～4.5 万年前の間です。この時は、旧人ネアンデルタールと同じ石器技術（ルヴァロワ方式）やそれに類似した石器技術（上部旧石器時代初期）が用いられていました。この段階では、新人と旧人の間で文化の差が小さく、小規模な新人集団が旧人とのニッチの違いを利用して分布拡大したと説明されます。文化差が小さいので交流・交雑があったとことも理解できます。

次の第 2 波は、新人が各地の環境に応じた資源利用を発達させ、人口を増加させた段階に相当します。例えば、ヨーロッパや西・中央・北アジアでは、小石刃と呼ばれる石器が多用されるようになりました。小石刃は投擲具（とうてきぐ）^{注 3}などに用いられたと考えられています。また、南方では熱帯林の動物（サルなど）や植物資源を食料や道具素材に利用しました。海洋諸島域では航海技術を発達させてたくさんの島々を開拓し、マグロなど遠洋魚を含む海産資源の獲得を増加させました。こうした技術行動の発達に支えられて増加した新人集団が、旧人のニッチにも深く侵入することにより、旧人が同化・吸収されてしまったと説明できます。

【成果の意義】

本研究は、現象数理学と考古学という珍しい組み合わせの共同研究の成果です。考古学による人類史の研究は、遺跡調査から得られる経験的証拠を積み重ねて過去の人々の文化史を構築します。また、古人類学や古代 DNA 研究の進展により、過去の人類集団の系統や移動、交流に関する証拠が急増しています。

本研究による数理モデルは、人類進化史に関する多分野の研究成果を関連づけながら整理し、包括的な人類進化のプロセスを解析する理論的基盤です。また本研究は、数理学と人文科学の間のこれまでにない新しい融合研究の分野を切り開くと期待されます。

【用語説明】

注1) 旧人と新人： 旧人は、ネアンデルタール人やデニソワ人など、現在は絶滅してしまった人類集団を指す。新人は現存する人類 (*Homo sapiens*) とその系統の祖先集団を指す。別称としてホモ・サピエンスや現生人類とも呼ばれる。新人は約 30 万年前のアフリカで発生し、10 万年前までには西アジア（中近東）や南東ヨーロッパ（ギリシャ）に拡散していた。同時期のユーラシアでは、ネアンデルタール人やデニソワ人といった旧人が生息しており、新人と交雑があったことが近年の古代 DNA 研究で明らかになっている。

注2) 旧石器時代： 人類史上はじめて石器が登場した約 300 万年前から約 1 万年前までの間が旧石器時代。野生の動植物を食料とする狩猟採集による生活が行われていた。

注3) 投擲具（とうてきぐ）： 遠距離から発射し刺突する道具で、投げ槍や弓矢が相当する。この道具の発生以前は、手持ちの槍によって獲物に近接するリスクを伴ったが、投擲具によってそのリスクを低減することができたという意味で革新的な狩猟技術と考えられている。

【論文情報】

雑誌名： Quaternary International

論文タイトル： Application of the ecocultural range expansion model to modern human dispersals in Asia

著者： Joe Yuichiro Wakano^a（若野友一郎） and Seiji Kadowaki^b（門脇誠二）

a. School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University, Nakano 4-21-1, Nakano-ku, Tokyo 164-8525, Japan

b. Nagoya University Museum, Nagoya University, Furocho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan

DOI : 10.1016/j.quaint.2020.12.019

この論文はオープンアクセスです。