

<研究紹介>

閉鎖環境下における社会と行動：宇宙霊長類学試論 Society and Behavior in Closed Environments: An essay on Interdisciplinary Study as Space Primatology

田島知之^{*†}

Tomoyuki Tajima

I. はじめに：現実味を帯び始めた宇宙移住

近年、世界各国による有人宇宙活動は目覚ましい進展を見せている。各国の宇宙機関は月や火星での人類の長期的な居住を目指して活動を進めており、そこに SpaceX や Blue Origin をはじめとする民間企業の参入も加速している。現在、国際宇宙ステーション（ISS）では通常 6 名の宇宙飛行士が 1 年以内の滞在を行っているが、今後は月や火星、小惑星に数十人から数百人規模の宇宙コロニーが形成される可能性が指摘されている¹⁾。このような大規模な宇宙社会の実現に向けては、技術的課題の解決だけでは不十分である。地球とは異なる重力環境や放射線環境、さらに完全な閉鎖系という特殊な条件下では、独特の社会的課題が発生することが予想される。例えば山敷は、人類の宇宙移住に必要な条件を、コアバイオーム（生態系）、コアテクノロジー（基幹技術）、コアソサエティ（社会システム）という 3 つのコアコンセプトに分類し、社会システムの重要性を指摘している²⁾。

人類（ヒト）は生物学的には霊長類の一種であり、我々の行動には他の霊長類と共通する特徴が多く存在する。長期的に飼育されてきたヒト以外の霊長類の集団を宇宙社会に見立てることで、そこで起こる課題と行動特性から宇宙における閉鎖環境下でのヒトの行動予測を試みる事が可能であるかもしれない。本稿では、コアソサエティの観点から閉鎖環境がヒトの社会性に与える影響を検討し、宇宙社会の実現に向けて霊長類学の研究成果を応用するという新たな学際的アプローチについて紹介する。

II. 宇宙での長期生活における社会的課題

宇宙における生活環境を特徴づける最大の要因は閉鎖環境にあるといえる。そのため各国の宇宙機関は閉鎖環境における人の行動や心理を理解するために、これまで様々な実験を行ってきた。代表例として、1991 年から 1993 年にかけてアメリカで実施された Biosphere2 実験では、8 名の被験者が 2 年にわたり、外界と隔絶された完全閉鎖環境システム内で自給自足の生活を送った。この実験では、食料の不足や二酸化炭素濃度の上昇といった物理的な課題に加えて、被験者間の対人関係の悪化や集団の二極化といった深刻な社会的問題が発生した。特に、メンバー間のコミュニケーション不足や意思決定プロセスの不透明さが、集団の結束力を著しく低下させ

* 大阪大学 CO デザインセンター

† 京都大学野生動物研究センター

る要因となった³⁾。これらの知見は、長期の宇宙ミッションにおいて同様の課題が発生する可能性を示唆している。構成員による協力が必要不可欠で、個体間の対立が時に致命的なリスク要因となる宇宙社会の設計においては、閉鎖環境下におけるストレス管理システムの導入が必要である。

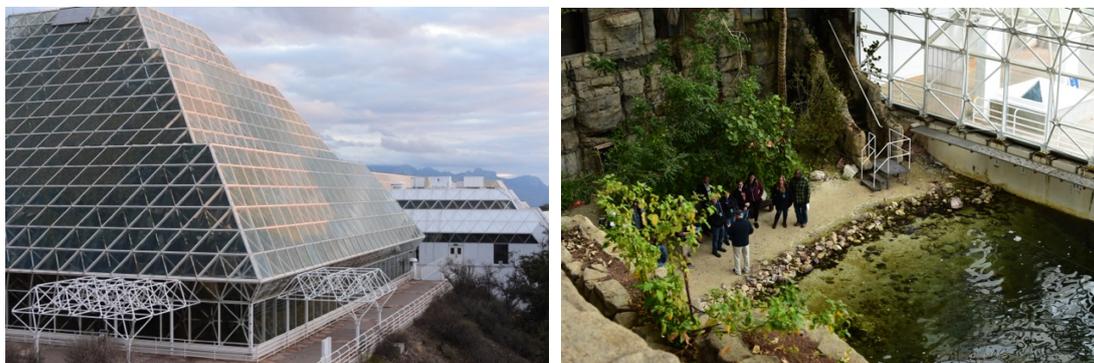


図1. 1990年代に2年にわたる閉鎖環境実験が実施された米国アリゾナ州の Biosphere2

Ⅲ. 飼育環境下における霊長類の社会と行動

閉鎖環境がストレスを招き、社会的不調をもたらす原因になることは、ヒト以外の霊長類でもよく知られている。飼育下の霊長類集団は、完全な閉鎖環境下で長期生活しており、内部で繁殖しながら世代更新をしている。これらの点では短期の閉鎖環境実験からは予測が難しいであろう持続的な宇宙社会のモデルになりうるかもしれない。

これまで飼育下の研究から、霊長類は閉鎖環境に順応する能力を持っていることがわかっている。アカゲザルは密集状態におかれても攻撃頻度がただちに増加せず、緊張緩和機能がある毛づくろい行動が増える⁴⁾。100頭以上のチンパンジー飼育集団を対象とした研究でも、過密状態におかれると攻撃性は低下する。これは、ヒトが密集状態におかれると社会的接触そのものを減らす「エレベーター効果」と同様であると考えられている。また、野生下では単独生活を営むオランウータンが、飼育下で集団生活を営むと、個体間の争いを第三者が積極的に仲裁するようになる。これは、限られた空間内における多個体の共存を維持するためには対立への介入と管理が重要である証拠と考えられている⁵⁾。

飼育下と野生下の間でチンパンジーの行動を比較した研究では、野生下と比較して、飼育下のチンパンジーは採食に費やす時間が大幅に減少する一方、社会的交流に費やす時間が増加していること、また音声やジェスチャーを用いたコミュニケーションが複雑化し、集団内の同調もより多く観察されることを指摘している⁶⁾。これは、限られた空間で共同生活を円滑に送る文脈において、チンパンジーでは社会的な結束が強化される方向に行動を順応させたことを示唆している。こうした霊長類研究から得られる知見は、将来の宇宙社会における人間の行動予測と必要な対策の検討に重要な示唆を与える。特に、ストレス管理の観点からは、毛づくろいに相当する親和的な交流を保証する必要があるだろう。そして限られた空間を共有する長期生活において、構成員間では（時に致命的になりうる）社会関係悪化と集団分裂、争いのエスカレートがヒトと

その他の霊長類で共通していることは、宇宙社会においても制度化された仲裁システムが必要であることを示唆している。

IV. 宇宙霊長類学試論

その他にも、ヒト以外の霊長類で種ごとの大脳新皮質割合が野生下におけるその種の集団を構成する平均個体数と相関することから、同じ霊長類であるヒトの野生状態での集団サイズを100~250名ほどと予測した「ダンバー数」が有名である。ヒトの集団サイズの平均値である150名は常時協力可能なヒト集団の上限値とされ⁷⁾、将来の宇宙社会モデルを構築する際にこの値が参照されることが多い⁸⁾。国際協力と民間参入という大きな潮流によってかつてない宇宙開発時代を迎えた今日、将来的な大規模宇宙社会は既に夢ではなくなっている。本研究で紹介した霊長類学の観点から社会課題を予測する「宇宙霊長類学」のアプローチは、長期閉鎖環境に不可欠な対立リスクを解消する必要性を説き、平和な社会生活を実現するための対策を検討する作業に有用な知見を提供できると考えている。

謝辞

本研究は、京都大学学際融合教育研究センター・宇宙総合学研究ユニットにおいて採択された文部科学省 令和元年度宇宙航空科学技術推進委託費 宇宙航空人材育成プログラム「有人宇宙活動のための総合科学研究教育プログラムの開発と実践」のもと、ゼミ活動の一環として京都大学の佐藤啓明氏、大上耕平氏と共に取り組みを始めました。本研究をご支援いただいた京都大学の土井隆雄博士、山敷庸亮博士、嶺重慎博士、寺田昌宏博士、清水雄也氏、辻廣智子氏にも心より感謝を申し上げます。

文献

1. 土井隆雄.(2023). 「有人宇宙学」. 山敷庸亮 (編)『有人宇宙学 宇宙移住のための3つのコアコンセプト』京都大学学術出版会.
2. 山敷庸亮.(2023). 「有人宇宙学 宇宙移住のための3つのコアコンセプト」京都大学学術出版会.
3. アビゲイル・アリング, ネルソン・マーク.(1996). 「バイオスフィア実験生活: 史上最大の人工閉鎖生態系での2年間」 講談社.
4. De Waal, F. B., Aureli, F., & Judge, P. G. (2000). Coping with crowding. *Scientific American*, 282(5), 76-81.
5. Tajima, T., Kurotori, H. (2010). Nonaggressive interventions by third parties in conflicts among captive Bornean orangutans (*Pongo pygmaeus*). *Primates* 51, 179–182.
6. Inoue, N., Shimada, M. (2020). Comparisons of Activity Budgets, Interactions, and Social Structures in Captive and Wild Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Animals*, 10(6), 1063..
7. ロビン・ダンバー. (2021). 「なぜ私たちは友だちをつくるのか-進化心理学から考える人類

にとって一番重要な関係」 青土社.