

2025 年 6 月 18 日

報道関係者各位

国立大学法人筑波大学

閉鎖空間内の長期共同生活では仕事とプライベートの境界が曖昧になる

モスクワで行われた 240 日間の閉鎖実験「SIRIUS-21」において、5 人の参加者間の人間関係を調査しました。その結果、実験期間後半になると、仕事時間とプライベート時間の人間関係の境界が曖昧になることが観察されました。一方、これに伴うパフォーマンスレベルの低下は見られませんでした。

有人宇宙ミッションは月や火星を目指すステージへ進もうとしており、より狭い宇宙船内で、限られたクルーメンバーが長期にわたって生活することが予想されます。クルー同士の人間関係は、チームとしてのミッション遂行に大きく影響を与えると指摘されています。

本研究では、人間関係の変容のプロセスを定量化することを目的に、2021 年よりモスクワで行われた 240 日間の閉鎖実験「SIRIUS-21」における、参加者 5 名の人間関係について調査を行いました。

その結果、実験初期段階では参加者間での対立や分離が生じ、精神心理の専門家による介入により、人間関係は安定化しました。また、実験の進行に伴い、仕事時間とプライベート時間の人間関係の境界が曖昧になる傾向が見られました。参加者のうち、ある 2 名の間では不和の傾向が持続的に見られたものの、チームの結束力を示す指標は維持され、パフォーマンスレベルは一貫して高かったことが明らかになりました。

本研究結果は、長期間の閉鎖空間におけるミッションでは、専門家による適時介入がクルーの人間関係の安定化に有効であること、またクルー間の対立や、仕事時間とプライベート時間の境界が曖昧になることが、必ずしもチームに悪影響を与えるわけではないことを示唆しています。将来の有人宇宙ミッションにおいては、クルー間の人間関係をモニタリングすることで、問題の早期発見と適切な介入が可能になると考えられます。

研究代表者

筑波大学医学医療系

笹原 信一郎 教授

三垣 和歌子（人間総合科学学術院 医学学位プログラム 4 年）

研究の背景

現在運用されている国際宇宙ステーション（International Space Station: ISS）では、サッカー場ほどの広さの空間で、6 人ほどの宇宙飛行士が共同生活を行っています。宇宙飛行士は 1 人あたり約半年間、さまざまなミッションを行い、地球に帰還します。しかし近年、宇宙開発は ISS が飛行している地球の軌道を超え、月や火星といったより遠い領域を目指す段階へと進みつつあります。こうした探査においては、ISS よりもはるかに限られたスペースの宇宙船で、少人数のクルーが、より長い期間、共に生活することを余儀なくされます。

これまでの宇宙飛行士のミッションや、地球上において宇宙空間と似ている条件を対象とした研究により、メンタルヘルスに関するさまざまな課題が明らかとなっています。例えば、クルー間の人間関係について、結束力の高さがミッションのパフォーマンス向上につながる一方で、他のクルーに対する些細な苛立ちを無視できなくなることや、物理的な距離を置くなどの対処がとれず、人間関係の深刻な問題につながる可能性が指摘されています。

アメリカ航空宇宙局（National Aeronautics and Space Administration: NASA）と、ロシア科学アカデミーロシア生物医学問題研究所（the Russian Institute of Biomedical Problems: IBMP）は共同で、2017 年より「SIRIUS (the Scientific International Research in Unique Terrestrial Station)」という長期閉鎖実験をモスクワにて実施しており、本研究グループは、2021 年から開始された SIRIUS-21 に参加し、クルーの人間関係の変容について検討しました。

研究内容と成果

SIRIUS-21 は 240 日間の閉鎖実験で、健康状態やグループでの作業能力、ミッション遂行に関する意欲などの指標をもとに選抜された男女各 3 人ずつの 6 人が参加しました。期間中は将来の月探査ミッションを模擬したスケジュールで進められ、月面のサンプルを回収する船外活動のシミュレーションや、回収したサンプルの分析など、さまざまな課題が課せられました。参加した 6 人のうち、実験空間への入室後 33 日目で 1 人が退室したため、解析には 5 人のデータを使用しました。

実験空間への入室前、入室中（4 回）、退室後の計 6 時点で、参加者にソシオメトリックテストへの回答を求めました。このテストは、「誰と一緒にいたいですか？」「誰と一緒にいたくないですか？」という質問により、集団の構成員の関係性を観察するもので、本研究では、この質問文に、「仕事時間に」「プライベート時に」という、異なる時間帯を示す文言を追記し、仕事時間とプライベート時間における人間関係の様相の違いを分析しました。ソシオメトリックテストの結果から抽出された人間関係をソシオグラム（図 1）に表すとともに、参加者の回答よりチームの結束力^{注1)}（図 2）を算出しました。

その結果、次の 3 つのことが明らかとなりました。

① 実験初期では、人間関係の様相が大きく変化する。

1～2 年ほどかけてチームビルディングを行う宇宙飛行士とは異なり、本研究では準備時間が 2～3 週間と短かったため、実験開始直後に人間関係が劇的に変化したと考えられます。この時期にはクルー間での対立や分離があり、閉鎖施設の外部にいる精神心理の専門家が特別に介入したことで、クルー間で意思決定を円滑に行えるようになりました。

② 実験後期では、仕事時間とプライベート時間の人間関係が同一化してくる。

実験後期では、チームの結束力（図 2）は、仕事時間、プライベート時間ともにゆるやかに低下しました。また、ソシオグラム（図 1）についても、後半期間および退室後において仕事時間とプライベート時間の間で同じようなグラフの形が観察されたことから、長期にわたり仕

事時間とプライベート時間を同じ空間で過ごすことにより、両時間の人間関係の同一化が起こった、あるいは両時間の境界が曖昧になったと考えられます。

- ③ 個人間の不和があっても、チームの結束力は通常のを維持する場合がある。

実験後期において、特定の2人の間で「お互いに一緒にいたくない」と感じていることが観察されましたが、その間もチームの結束力は一定の値を維持しており（図1）、チームとして非常に質の高いパフォーマンスを発揮していました。

今後の展開

本研究では、長期間の閉鎖空間における人間関係を数値化・可視化する手法を用い、チーム内の関係性の変化を明らかにすることができました。今回得られた知見は、将来の月・火星探査などへの有人ミッションにとどまらず、地上における多様な職種やコミュニティにおける集団運営にも応用可能です。

実際の宇宙飛行士や南極越冬隊のように、外部からの支援をリアルタイムで受けることが困難な状況下では、クルーメンバーのみで重要な意思決定を行わなければならない場面も少なくありません。そうした状況において、今回のような手法を用いた人間関係の定期的なモニタリングは、問題の早期発見や適切なタイミングでの介入を可能にし、クルーメンバーの心理的負担の軽減、さらにはミッション全体への悪影響の予防にもつながると考えられます。

参考図

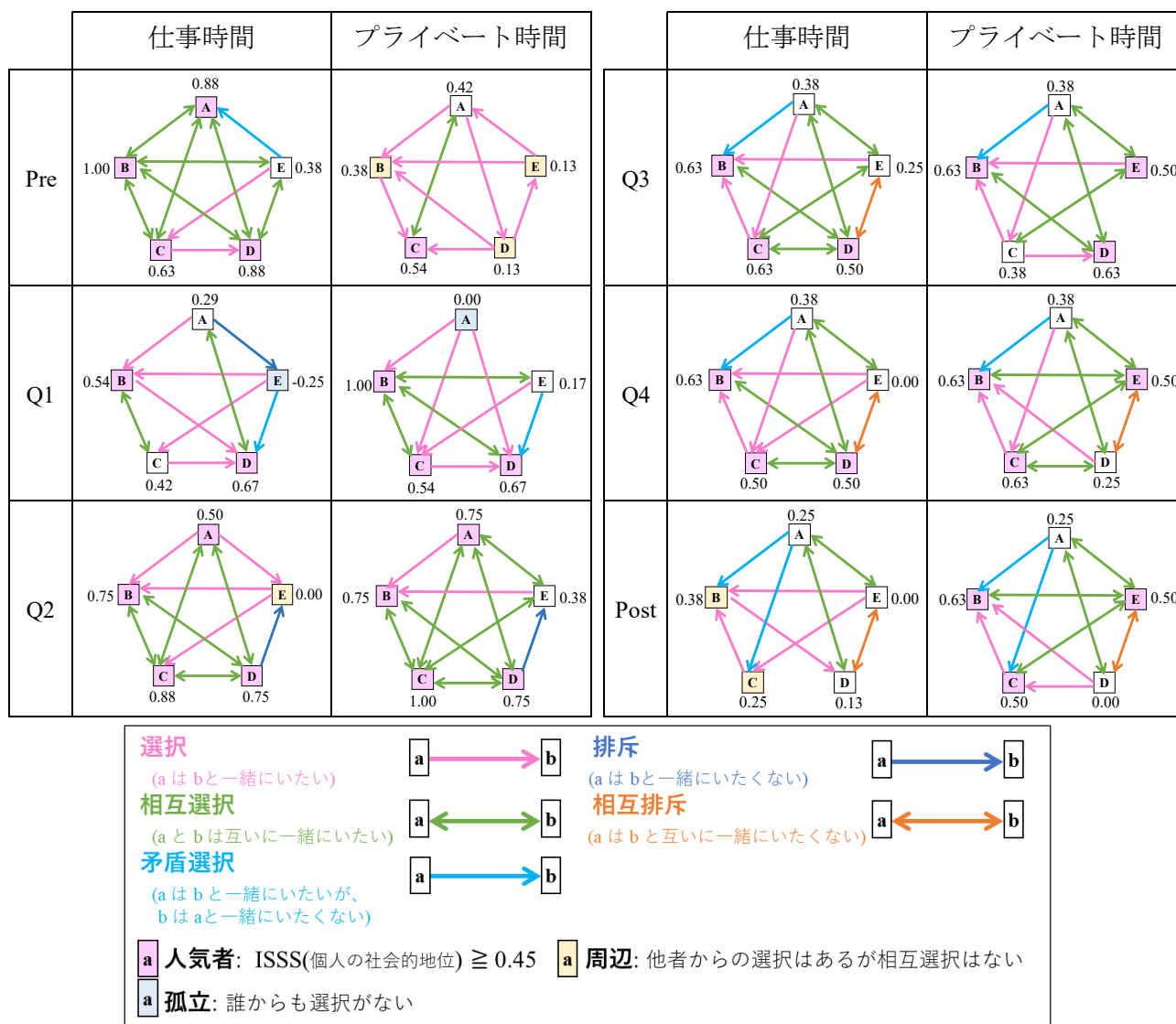


図1 ソシオメトリックテストの結果から抽出されたソシオグラム

四角形内の大文字アルファベットは各参加者を表し、隣接している数値は個人の社会的地位 (ISSS) 注2) のスコアを示している。また、四角形を塗りつぶしている色は、ISSS やソシオメトリックテストの回答から判定された「人気者」「周辺」「孤立」のラベルを示している。Pre は入室前、Q1～Q4 は実験期間中、Post は退室後を表す。

矢印の色は、ピンクは選択（一緒にいたい）、緑は相互選択（お互いに一緒にいたい）、青は排斥（一緒にいたくない）、オレンジは相互排斥（お互いに一緒にいたくない）、水色は矛盾選択（矢印の方向に向かって一緒にいたいと回答したが、反対方向では一緒にいたくないと回答）を示す。

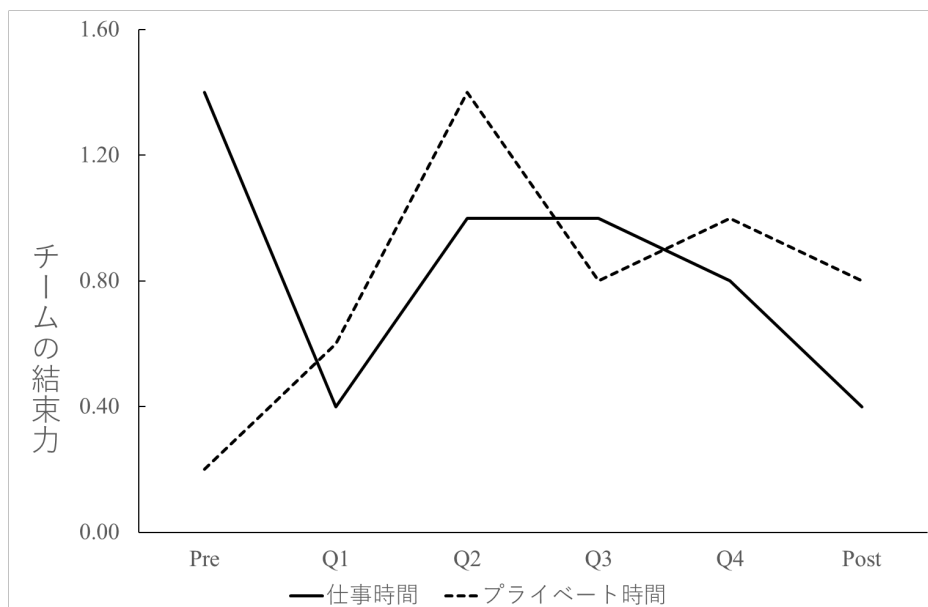


図2 チームの結束力の推移

ソシオメトリックテストの回答をもとに、実験中の各期間について算出されたチームの結束力の値を示している。実線は仕事時間、点線はプライベート時間を示している。値が高いほどチームの結束力は高いと解釈することができる。

用語解説

注1) チームの結束力

ソシオメトリックテストの回答をもとに相互選択の数をチームメンバーの人数で割ることで算出される値。値が高ければ高いほどチームの結束力が高いと解釈できる。

注2) 個人の社会的地位 (ISSS)

個人が他のメンバーから選択された数の合計と排斥された数の合計の差および相互選択と相互排斥の数の差を他のメンバーの人数で割って標準化し、2で割ることで算出される値。ISSSは-1から1の範囲をとり、値が高ければ高いほどチームにおけるその個人の社会的地位が高いと解釈できる。

研究資金

本研究はJSPS科研費JP15H05941およびJP25H01374、ならびに浦和神経サナトリウムからの助成金を受けて実施されました。

掲載論文

【題名】 How isolated and confined-environment missions shape human interactions: SIRIUS-21 (閉鎖隔離環境におけるミッションがどのように人間関係を形作るか: SIRIUS-21における研究)

【著者名】 Wakako Migaki¹, Shotaro Doki², Norishige Kanai^{1,3}, Yuichi Oi⁴, Daria Schastlivtseva⁵, Tsukasa Takahashi², Akari Fujii¹, Daisuke Hori², Ichiyo Matsuzaki^{2,6}, Shin-ichiro Sasahara²

1: 筑波大学人間総合科学学術院 人間総合科学研究群 医学学位プログラム (産業精神医学・宇宙医学),
2: 筑波大学 医学医療系 (生命医科学域 産業精神医学・宇宙医学), 3: 宇宙航空研究開発機構, 4: 澁谷川診療所, 5: ロシア科学アカデミーロシア生物医学問題研究所, 6: 筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構

【掲載誌】 *Acta Astronautica*

【掲載日】 2025 年 5 月 3 日

【DOI】 10.1016/j.actaastro.2025.05.004

問合わせ先

【研究に関すること】

笹原 信一郎（ささはら しんいちろう）

筑波大学 医学医療系 教授

URL: <https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000001646>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp