

ISS 実験計画：長期宇宙滞在中の傾き感覚の形成に対する視覚と頸部深部感覚の関与

奈良県立医科大学 和田佳郎、産業技術総合研究所 小高泰、松田圭司、岩木直、京都大学 三浦健一郎、久代恵介、鹿内学、奈良先端科学技術大学院大学 柴田智広、東京工業大学 金子寛彦、広島市立大学 疋田真一、中部大学 平田豊、京都府立医科大学 長谷川達央、ATR メディア情報科学研究所 水科晴樹、日野市立病院 五島史行

Plan of ISS experiment: visual and neck proprioceptive contributions to perceived head and body tilt during long-term space life

Yoshiro Wada

Nara Medical University, Kashihara, Nara 634-0813

E-Mail: wada@naramed-u.ac.jp

Yasushi Kodaka, Keiji Matsuda, Sunao Iwaki

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Tsukuba, Ibaraki 305-8568

Kenichiro Miura, Keisuke Kushiro, Manabu Shikauchi

Kyoto University, Kyoto, Kyoto 606-8501

Tomohiro Shibata

Nara Institute of Science and Technology Kyoto University, Ikoma, Nara 630-0192

Hirohiko Kaneko

Tokyo Institute of Technology, Yokohama, Kanagawa 226-8503

Shinichi Hikita

Hiroshima City University, Hiroshima, Hiroshima 731-3194

Yutaka Hirata

Chubu University, Kasugai, Aichi 487-8501

Tatsuo Hasegawa

Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto 602-8566

Haruki Mizushima

ATR, Soraku-gun 619-0288

Fumiyuki Goto

Hino Municipal Hospital, Hino 191-0062

Abstract: We hypothesized that visual and/or neck proprioceptive inputs contribute to tilt perception instead of otolith input during long-term space flight. To test this, we will measure the subjective visual body axis (SVBA) and ocular counter-rolling (OCR) at various body roll-tilt angles relative to the inner-cabin vertical, with and without head roll-tilt relative to the body, with and without visual information. If the error in the SVBA or OCR depends on visual information with respect to the inner-cabin vertical, then visual inputs must contribute to tilt perception. If the error in SVBA or OCR depends on head tilt relative to the body without visual information, then neck proprioceptive inputs must contribute to tilt perception. To examine the long-term adaptive changes in tilt perception, the SVBA and OCR will be observed throughout the entire space flight. As tilt perception is one of the most important components of spatial orientation, which is essential for safety and a comfortable life in space, it is necessary to clarify the mechanism of tilt perception in space.

Key words; Tilt perception, Ocular counter-rolling, Micro gravity, Visual input, Proprioceptive input

1. はじめに

われわれの提案していた研究テーマ「長期宇宙滞在中の傾き感覚の形成に対する視覚と頸部深部感覚の関与」が ISS 利用ライフサイエンス分野及び宇宙医学分野の国際公募の候補テーマに選定されたので、その計画内容を紹介します。

2. 目的

宇宙では重力がなくなるため傾き感覚は存在しないと考えられてきた。しかし、1998 年におこなわれた 16 日間の宇宙滞在中の実験において、遠心機によって作られた横方向の直線加速度刺激により宇宙飛行士には傾き感覚が生じ¹⁾、roll 傾斜を代償する回旋性眼球運動 Ocular counter-rolling

(OCR) が誘発された²⁾。これは予想外の結果であり未だそのメカニズムは不明である。そこでわれわれは、“宇宙では重力軸に代わって視覚情報による外界軸や体性感覚情報による身体軸が傾きの基準軸となる”と考え(図1)、この仮説を検証するために6ヶ月間という長期宇宙滞在の中に傾き感覚とOCRを経時的に測定する予定である。

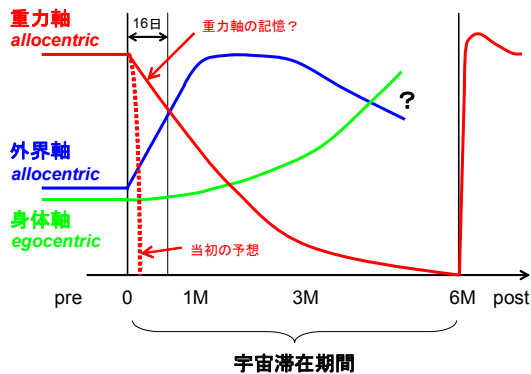


図1 宇宙における重力軸、外界軸、身体軸の適応的变化(仮説)

3. 実験方法

1) 対象

3名の宇宙飛行士を予定している。

2) 測定項目

傾き感覚の測定は、自覚的な重力軸方向を回答させる方法(Subjective visual vertical, SVV)が一般的である。しかし宇宙では重力がないためSVVの測定は困難である。そこで今回の宇宙実験では自覚的な身体軸方向(Subjective visual body axis, SVBA)を回答させる。SVBAはパイプにて頭部に固定した柄の先端に設置した円盤上のラインを被験者が自覚的な身体軸(背骨軸)に合わせることで測定する(図2)。また、OCRは眼球運動撮影装置により撮影した眼球映像から独自に開発したプログラムにより解析する。



図2 SVBA測定装置

3) 刺激条件

図3に示すようにISS内の上下軸に対する身体角度(0, 15, 45, 90, 135度)、身体軸に対する頭部傾斜(直立、左傾斜、右傾斜)、視覚情報(視覚情

報あり、なし)を組み合わせた条件を設定し、その中でSVBA、OCRを測定する。身体角度0度、頭部直立、視覚情報なしの条件をコントロールとすると、頭部を傾斜させることによりSVBA、OCRが変化すれば頸部深部感覚の影響、視覚情報を与えることによりSVBA、OCRが変化すれば視覚(外界軸)の影響であるといえる。

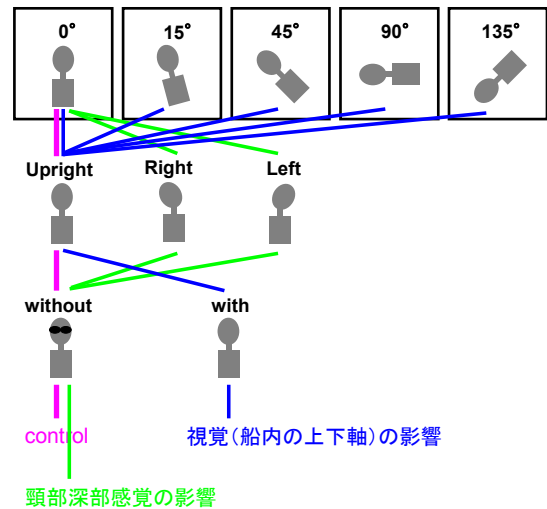


図3 実験条件の模式図

4. 今後の予定

宇宙実験の準備と並行して、航空医学実験隊の空間認識訓練装置を用いた過重力実験、放物線飛行を利用した微小重力実験を実施しているところである。

5. 参考文献

- 1) Clément G, Moore ST, Raphan T, Cohen B.: Perception of tilt (somatogravic illusion) in response to sustained linear acceleration during space flight. *Exp Brain Res*; 138: 410-8 (2001)
- 2) Moore ST, Clément G, Raphan T, Cohen B.: Ocular counterrolling induced by centrifugation during orbital space flight. *Exp Brain Res*; 137: 323-35 (2001)