

研究班 WG 「宇宙環境へ適応するための感覚 - 運動ゲインコントロール」活動報告

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、京都大学 三浦健一郎、田端宏充、久代恵介、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

Working Group Report of "Adaptive Gain Control in Sensory-Motor System for Space Environment"

Yoshiro Wada

Nara Medical University, Kashihara, Nara 634-0813

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

Yasushi Kodaka, Keiji Matsuda

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

Kenichiro Miura, Hiromitsu Tabata, Keisuke Kushiro

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

Abstract: We organized a working group to study "adaptive gain control in sensory-motor system for space environment". We are investigating the neural mechanism of visuo-, somato- and vestibulo-ocular systems that adapt to new environment using physiological, engineering and psychological approaches. The aim of our working group is to identify and remedy of anticipated sensory-motor problems generated by the long-term exposure of space environment.

Key words: Sensory-motor, Gain control, Adaptation, Space environment

1. 研究班 WG の目的

ヒトの感覚 - 運動系は、長い年月をかけて地上のさまざまな外的環境の変化に適応し、進化してきた。しかし、いまだかつて経験したことがない長期宇宙環境にうまく適応できるかどうかは未知である。

新しい外的環境変化に対応する脳を中心とした神経系の適応現象は、図 1 に示すように感覚入力 - 運動出力のゲイン(入出力比)コントロールであると言える。その神経機構は神経系の種類によって異なり、予測、注意、認識、情動、記憶、学習といった内的要因も大きく影響することが知られている。本研究班 WG のメンバーは、生理学、工学、心理学的な立場からこのような各種神経系の適応現象についての研究をおこなっているが、今回、分野融合的なアプローチにより、長期宇宙環境へ適応する際の問題点を予測し、その対策について検討する。また、地上における研究成果を検証し、宇宙環境を新たな研究の場として利用するために、独自の宇宙実験計画を提案していく。

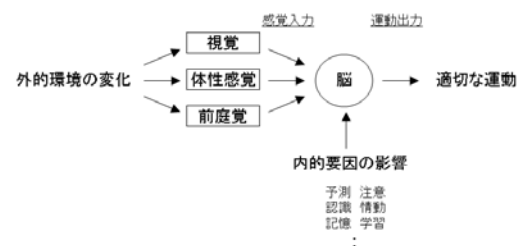


Fig.1 Schema of neural adaptation to new environment

2. 研究班員

本研究班 WG は、生理学、工学、心理学の各分野において、本研究テーマに合致した研究をおこなっている次に示す若手～中堅研究者により構成した。

和田佳郎

奈良県立医科大学

小高泰

産業技術総合研究所

松田圭司

産業技術総合研究所

三浦健一郎

京都大学

田端宏充

京都大学

久代恵介

京都大学

柴田智広 奈良先端科学技術大学院大学
 金子寛彦 東京工業大学
 疋田真一 広島市立大学
 平田豊 中部大学

図2は各研究者の相互関係を模式化したものである。複数にまたがる場合はメインの領域とした。

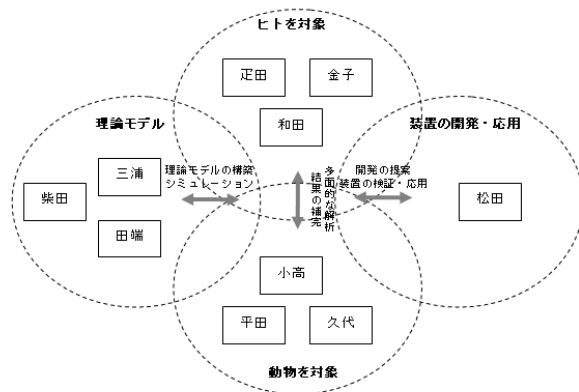


Fig.2 Correlation between WG members

3. 研究計画

研究は、感覚 - 運動系のモデルとして定量的解析が可能でかつ神経経路の解剖学的理解の進んだ眼球運動系を軸に展開する。感覚 - 運動ゲインはその種類によって、オンライン(瞬時)、短期(分~時間)、長期(日~週)という時間のオーダーで変化する。ヒトを対象とした行動生理学実験により、のタイプである視覚性眼球運動(疋田、三浦、田端)と、ならびにのタイプである前庭性眼球運動(和田、疋田)のゲイン変化の特性を解析する。この眼球運動と内的要因との関係を心理物理学のアプローチ(金子)により明らかにする。これらのデータをもとに理論モデルを構築し、シミュレーションで再現することにより脳内での情報処理プロセスの理解を深める(三浦、田端、柴田)。さらに、動物を対象とした行動生理学実験による前庭および視覚性眼球運動(小高、平田)、電気生理学実験による脳内ニューロン活動(小高、平田、久代)と、上記データとの相関を調べることにより感覚 - 運動ゲイン変化の責任部位と神経メカニズムを解明する。

同時に、宇宙実験に必要な非侵襲かつコンパクトな高性能眼球運動測定システムの開発を進める(松田)。各研究者からの意見、要望を参考にシステムの開発、作製を進め、その装置を実際に実験に用いることにより性能の検証をおこなう。

以上のように宇宙環境への適応現象にはスピードの異なるいくつかのタイプがあり、過渡期には生

体に様々な不都合が生じる可能性がある。他方、内的要因が積極的、効果的に感覚 - 運動ゲインをコントロールすることができれば、トレーニングによる宇宙環境への適応促進が期待できる。それぞれの研究成果を総合的に検討することにより、このような宇宙環境へ適応するための問題点や解決方法について議論する(全員)。

図3は平田のサルの実験データを示す¹⁾。3時間という短期間の視覚刺激によって前庭性眼球運動であるVORのゲインが変化し、その後もゲインがある程度維持できていることがわかる。

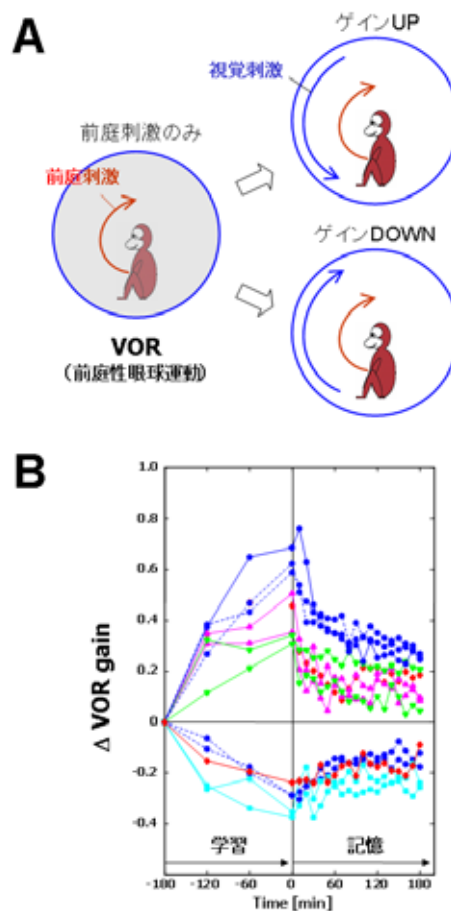


Fig.3 VOR gain changes in monkeys

参考文献

- 1) Kuki, Y., Hirata, Y. et al; Memory retention of vestibuloocular reflex motor learning in squirrel monkeys. *Neuroreport*, **15**: 1007-11 (2004).