

## 宇宙航空医学研究室

教授：南沢 享 循環生理・病態学

教授：須藤 正道 宇宙・航空医学，情報科学

### 教育・研究概要

#### I. 教育概要

2015年度に本研究室は以下の課目を担当した。

医学科：医療情報・EBM I，機能系実習（生理学実習），症候学演習，研究室配属

看護学科：情報科学（講義・演習）

看護専門学校（慈恵看護専門学校，慈恵第三看護専門学校，慈恵柏看護専門学校）：解剖生理学，情報科学（講義・演習）

看護学専攻修士課程：医療統計学（講義・演習）

#### II. 研究概要

##### 1. 長期宇宙滞在飛行士の姿勢制御における帰還後再適応過程の解明

長期宇宙滞在からの帰還後の宇宙飛行士における下肢骨格筋ならびに体性感覚の適応過程を観察し，宇宙飛行士の帰還後のリハビリテーション法に貢献できるデータを取得している。この研究は，宇宙航空研究開発機構（JAXA）との共同研究として行われており，長期間国際宇宙ステーションに滞在した宇宙飛行士を対象に，宇宙滞在前後で1）下肢拮抗筋の筋活動パターンの比較，2）下肢骨格筋の血流量変化，3）重心動揺バランス変化，を観察している。すでに3名の飛行士から全データを取得し，解析中である。それらのデータから，歩行動作には帰還直後でも顕著な違いは認められないが，重心動揺バランス時に用いる骨格筋の組み合わせは帰還後数ヶ月経過してもコントロールレベルと異なることが判明している。

##### 2. 長期宇宙滞在宇宙飛行士の毛髪分析による医学生物学的影响に関する研究

毛髪は，生体の一部でありヒトの外部環境応答や体内動態を知るためのよい材料である。特に毛根部は，ストレスなどの様々な外部要因に敏感に応答することから，そこから抽出される分子を分析することにより，生体影響を分子（遺伝子・タンパク質）レベルで解析することができる。また，毛幹部では体内含有微量元素の短期および長期変動が記録されていくため，毛幹の特定位置における含有元素を解析することにより，ある特定時期の生体の状態を知ることができる。宇宙環境では，様々な要因が身体

的・心理的なストレス負荷となることが知られているが，その客観的な判定指標は必ずしも確立されていない。そこで宇宙における医学生物学的影响を判定する手段として，簡便でサンプルも得やすい毛髪を用いた分析を行っている。長期宇宙滞在宇宙飛行士の毛根を解析した結果，毛髪成長に関連する遺伝子が宇宙滞在中に増加していた。この結果は，PLoS One に発表をした。

##### 3. 温熱刺激が骨格筋に及ぼす影響の検討

長期宇宙滞在に伴い骨格筋（特に遅筋の性質を有する抗重力筋）の量および発揮張力は減少する。骨格筋の微小重力環境への適応は，宇宙飛行士が再び重力環境に暴露されることを想定すると好ましいものではない。したがって，国際宇宙ステーション（ISS）に滞在する飛行士は，1日約25時間，週に6～7日の運動を実施することにより骨格筋の特性維持に努めている。しかし，これまでの運動機器の改良等により，この運動の効果は高まってきているものの，骨格筋の変化を完全に抑えるまでには至っていない。現在のISSミッションでは，筋機能が低下した飛行士も地上へ帰還した後に専門家のサポートの下で身体機能を回復させることができるが，今後の月・火星探査ミッションでは，飛行士は自力で重力環境に再適応しなければならないため，宇宙滞在中に生じる骨格筋の特性変化を可能な限り抑えることが重要である。そのためには，宇宙滞在中でも骨格筋を効率的に刺激できる新たな手法・装置の開発が必要となると考え，生体外からの温熱刺激に着目し，その有効性を検証することを目的に研究を行っている。

### 「点検・評価」

#### 1. 教育

全ての担当科目において，2014年の方針を踏襲した。研究室配属は細胞生理学講座との合同指導を取り入れ，7名の学生を指導した。その際，これまでのヒトを対象にした実験研究以外に，動物実験も取り入れて，多様な学生の興味に応えた。昨年度同様に6週間で個々の学生に研究テーマを持たせて取り組ませるとともに，7名全員の学生に対し，配属開始と終了時に研究プレゼンテーションを行わせた。また，2016年度に予定されている米国NASAへの学生派遣（選抜された学生数名をNASAで施設見学と共に実験補助を体験させる）に向けた準備教育を行った。

#### 2. 研究

上述した研究テーマは，2名の助教が自ら発案し，JAXA，NASAなどとの共同研究を通じて，研究を

推進している。2014年に比して、教室としてよりレベルの高い研究を行う体制が整いつつある。寺田助教はNASAに留学中で、国外研究機関との共同研究を積極的に推進している。2015年度は各教員が文科省科研費などの獲得・継続によって、資金面では比較的安定した研究活動を行うことが出来た。研究活動の成果として、2015年は原著英文論文4編、学会報告7編を発信することが出来た。

### 3. その他の学外活動

社会的活動としては、引き続き、本研究室に日本宇宙航空環境医学会事務局が設置され、須藤が事務局長として学会運営に貢献した。

## 研究業績

### I. 原著論文

- 1) Islamov RR<sup>1)</sup>, Gusev OA (Kazan (Volga Region) Federal Univ), Tanabe A (Subio), Terada M, Tyapkina OV<sup>2)</sup>, Petrov KA<sup>2)</sup>, Rizvanov AA<sup>2)</sup> (<sup>2</sup>Kazan Inst of Biochemistry and Biophysics of Russian Academy Sci), Kozlovskaya IB<sup>3)</sup>, Nikolskiy EE<sup>1)</sup> (<sup>1</sup>Kazan State Med Univ), Grigorjev AI<sup>3)</sup> (<sup>3</sup>Inst Biomedical Problems Russian Academy Sci). Full-genome study of gene expression in lumbar spinal cord of mice after 30-days space flight on Bion-M1 biosatellite. *Acta Astronaut* 2016; 122: 231-6. Epub 2016 Feb 15.
- 2) Indo HP<sup>1)</sup>, Tomiyoshi T<sup>1)</sup>, Suenaga S<sup>1)</sup>, Tomita K<sup>1)</sup>, Suzuki H<sup>1)</sup>, Masuda D<sup>1)</sup>, Terada M, Ishioka N<sup>1)</sup>, Gusev O<sup>1)</sup>, Cornette R<sup>1)</sup>, Okuda T (Nat'l Inst Agrobiological Sci), Mukai C (JAXA), Majima HJ<sup>1)</sup> (<sup>1</sup>Kagoshima Univ). MnSOD downregulation induced by extremely low 0.1 mGy single and fractionated X-rays and microgravity treatment in human neuroblastoma cell line, NB-1. *J Clin Biochem Nutr* 2015; 57(2): 98-104.
- 3) Ishihara A<sup>1)</sup>, Nagatomo F<sup>1)</sup> (<sup>1</sup>Kyoto Univ), Terada M, Fujino H (Kobe Univ), Kondo H (Nagoya Women's Univ), Ishioka N (JAXA). Effects of microgravity on the mouse triceps branchii muscle. *Muscle Nerve* 2015; 52(1): 63-8.
- 4) Terada M, Seki M<sup>1)</sup>, Takahashi R<sup>1)</sup> (<sup>1</sup>Advanced Engineering Services), Yamada S<sup>2)</sup>, Higashibata A<sup>3)</sup>, Majima HJ<sup>3)</sup>, Sudoh M, Mukai C<sup>2)</sup> (<sup>2</sup>JAXA), Ishioka N<sup>3)</sup> (<sup>3</sup>Kagoshima Univ). Effects of a Closed Space Environment on Gene Expression in Hair Follicles of Astronauts in the International Space Station. *PLoS One* 2016; 11(3): e0150801.

### III. 学会発表

- 1) 大平宇志, 須藤正道, 草刈洋一郎, 南沢 享. (公募シンポジウム 39: 重力変化に対する生体適応) 温熱刺激が骨格筋特性に及ぼす影響. 第93回日本生理学会大会. 札幌, 3月.
- 2) 大平宇志, 須藤正道, 草刈洋一郎, 南沢 享. 長期宇宙滞在に伴う宇宙飛行士の骨格筋機能低下に対する予防策として温熱刺激の有効性の検討. 筋生理の集い. 東京, 12月.
- 3) 大平宇志, 寺田昌弘, 須藤正道, 草刈洋一郎, 福田紀男, 南沢 享. 温熱刺激に対するラットヒラメ筋の応答. 第132回成医会総会. 東京, 10月.
- 4) 大平宇志, 寺田昌弘, 須藤正道, 草刈洋一郎, 福田紀男, 南沢 享. 温熱刺激が骨格筋量に及ぼす影響. 第246回生理学東京談話会. 東京, 9月.
- 5) Terada M, Schreurs AS<sup>1)</sup>, Shirazi Y<sup>1)</sup>, Alwood J<sup>1)</sup>, Tahimic C<sup>1)</sup>, Globus R<sup>1)</sup> (<sup>1</sup>NASA Ames Res Ctr). The effects on gene expressions of mice skin and bone by hindlimb unloading and ionizing radiation. 2016 NASA Human Research Program (HRP) Investigators' Workshop. Galveston, Feb.
- 6) Terada M, Tahimic C<sup>1)</sup>, Schreurs AS<sup>1)</sup>, Shirazi Y<sup>1)</sup>, Globus RK<sup>1)</sup> (<sup>1</sup>NASA Ames Res Ctr). Skin and bone share similar molecular responses to simulated microgravity and radiation. American Society for Cell Biology (ASCB) 51st Annual Meeting. San Diego, Dec.
- 7) Ohira T. (Symposium IX: Body stresses and adaptations) Responses of skeletal muscle to heat stress. 11th World Congress of the International Society for Adaptive Medicine (ISAM). Yonago, May.