

古川飛行士が取り組むミッションについて ～宇宙医学実験・関連タスクを中心に～



有人宇宙環境利用ミッション本部
有人宇宙技術部
宇宙医学生物学研究室
主任研究員 山田 深

宇宙医学研究の課題

★ 長期滞在へ向けて

生理的対策(骨、筋肉、心肺)

放射線被曝管理

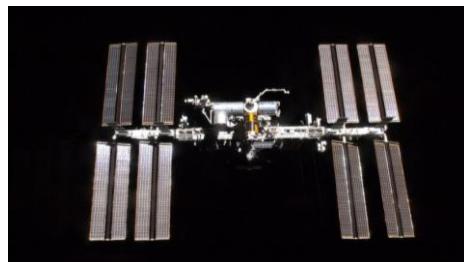
宇宙船内環境

精神心理支援(閉鎖環境)

遠隔医療システム



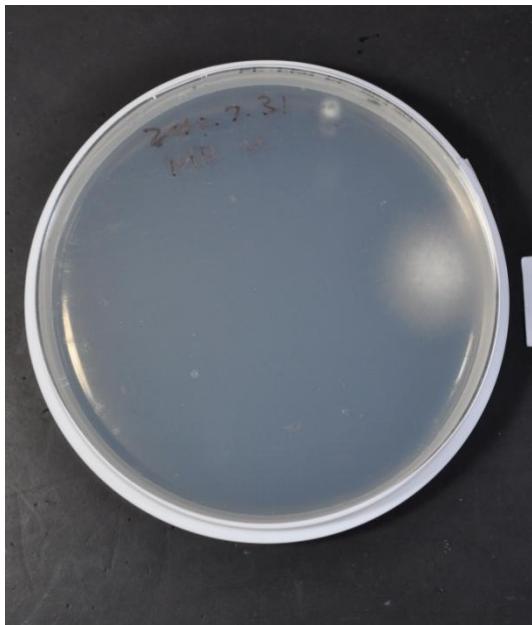
スペースシャトル



国際宇宙ステーション

次は？





宇宙飛行士から実際
に採取したサンプル
から培養されたカビ

国際宇宙ステーションに滞在する宇宙 飛行士の身体真菌叢評価

Mycological evaluation of crew member exposure to
ISS ambient air. (Myco)

代表研究者:向井千秋

帝京大学・明治薬科大学との共同研究

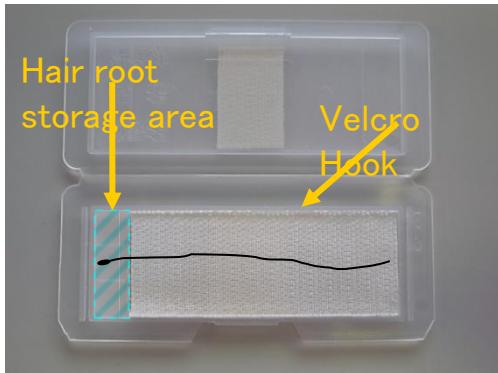
- 宇宙飛行士は入浴ができません。また、微小重力環境では、カビは床に落ちることなく空中を漂っています。
- 長期滞在では、真菌(カビ)による健康被害の可能性が示唆されています。(皮膚炎、アレルギーなど)
- 綿棒やテープを使ってサンプルを採取し、皮膚や粘膜(鼻や喉)で繁殖している真菌を調べます。
- DNAを解析することで、どのような微生物がどのくらいいるのかがわかります。



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響に関する研究

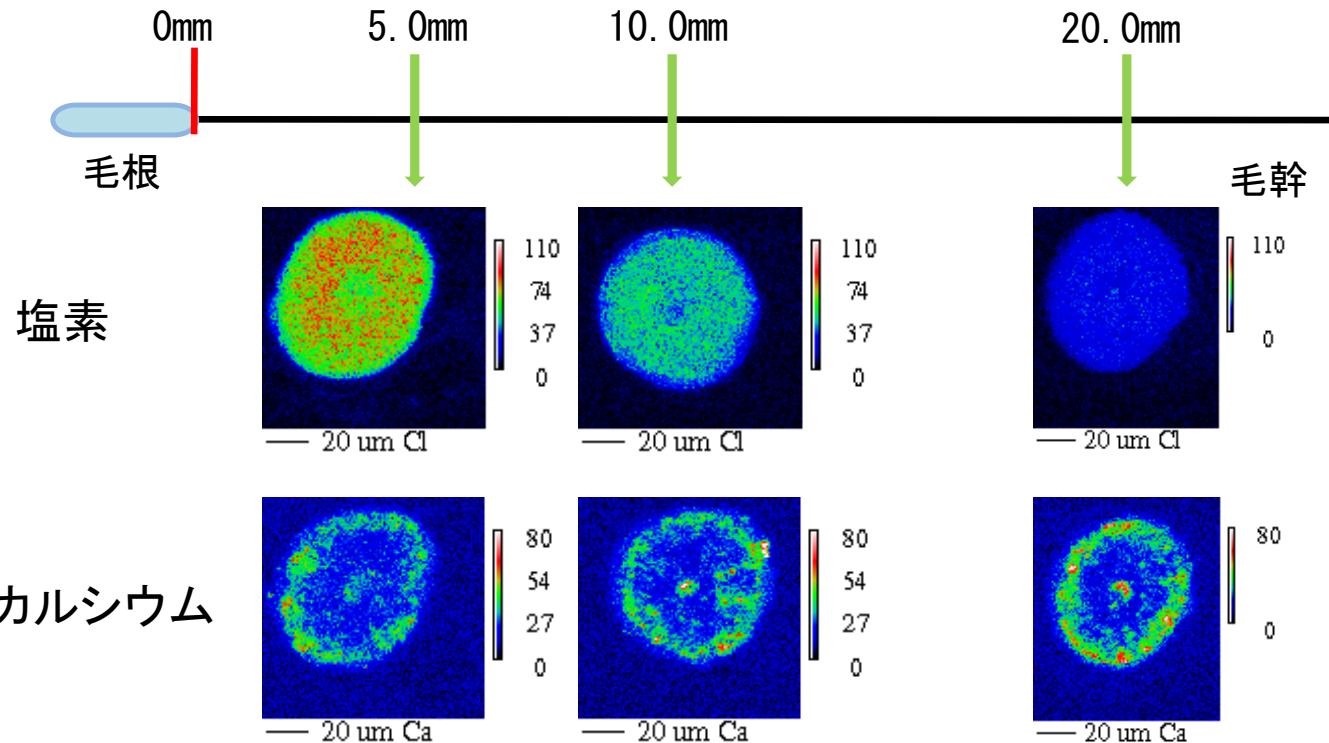
Biomedical analyses of human hair exposed to long-term space flight (Hair)

代表研究者:向井千秋
鹿児島大学との共同研究



- 髪の毛には、健康にかかわるいろいろな情報が含まれています。
- 毛根に存在する細胞からDNAを抽出して、遺伝子の変化を調べることができます。
- 髪の毛には、カルシウムなどの微量元素が含まれています。髪の毛の成長と比較すると、滞在中の健康状態の変化を知ることができます。
- 宇宙飛行士の髪の毛を採取して、いろいろな分析を行っています。

EPMA(Electron Probe Micro Analyzer)による分析(地上実験)



- ▶ 数本の髪の毛から、微小重力や放射線、精神的なストレスなどが生体に与える影響を遺伝子レベルで評価することができます。
- ▶ 宇宙に滞在すると、骨からカルシウムが放出されることがわかって います。髪の毛に含まれるカルシウムをみれば、どの程度骨がもろくなっているのかを間接的に知ることができます。
- ▶ こうした検査は骨粗しょう症の診断や経過観察にも役立ちます。

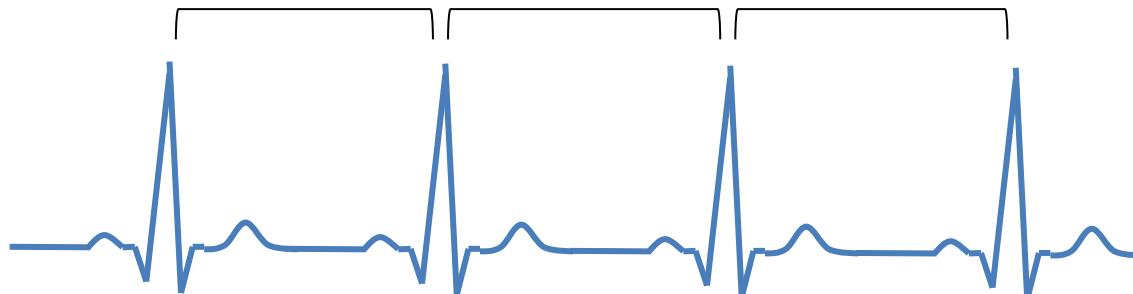


長期宇宙飛行時における心臓自律神経活動に関する研究

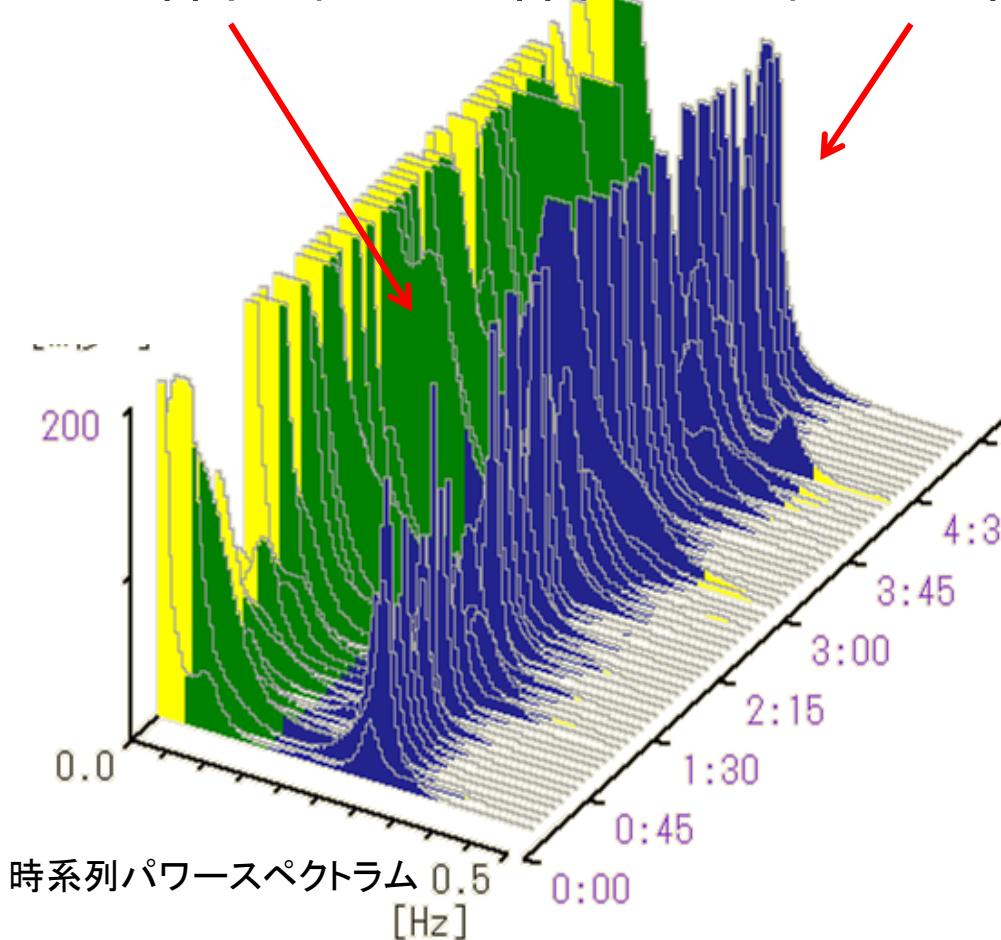
The effect of long-term microgravity exposure on cardiac autonomic function by analyzing 24-hours electrocardiogram.

代表研究者：向井千秋
東京女子医科大学との共同研究

- 国際宇宙ステーションは90分で軌道を一周するので、生体リズムが狂ってしまうことが危惧されています。生体リズムの変調は宇宙飛行士のパフォーマンスにも影響を与えます。
- 脈の一拍一拍の間隔は自律神経（交感神経と副交感神経）の働きで周期性をもって変動しています。規則的な生体信号である心電図の波形を分析し、生体リズムの変化を評価します。



低周波数帯域(LF):
交感神経・副交感神経



高周波数帯域(HF)
副交感神経

- 自律神経のバランスが崩れると、心電図の周期性にも変化が現れます。
- 24時間連続して心電図を計測すると、睡眠時に体が休まっているか、日中の活動に必要な神経の働きが落ちていないかを評価することができます。

➤ 宇宙飛行士のみならず、交代勤務する地上の管制要員の健康管理にも応用を検討しています。

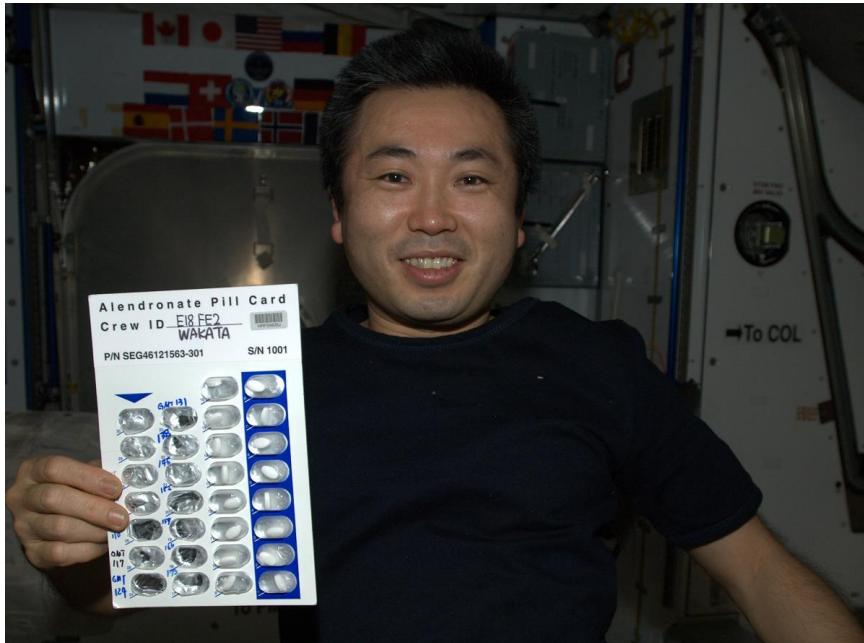
骨量減少・尿路結石予防対策実験 (ビスフォスフォネート剤を用いた骨量減少・尿路 結石予防対策に関する研究)

Bisphosphonates as a Countermeasure to Space Flight Induced
Bone Loss (Bisphosphonates)

代表研究者:Adrian LeBlanc(USRA)*、松本俊夫(徳島大学)



* : Universities Space Research Association



写真提供:NASA/JAXA

- 宇宙に滞在すると骨粗鬆症患者の約10倍の速さで骨量が減ります。
- ISSでは毎日2時間の運動が行われてきましたが、従来の運動では骨量減少を防ぐことはできませんでした。
- 骨粗鬆症の治療薬を用いて骨量減少を予防する研究を実施しています。



宇宙飛行士の被曝線量計測

Passive Dosimeter for Lifescience
Experiments in Space

JAXA宇宙環境利用センター

国際宇宙ステーションが飛行する地上から400km前後の高度では、銀河宇宙線などのエネルギーが非常に高い粒子がいつも降り注いでいます。



- PADLESはJAXAが開発した宇宙用の被曝線量計です。
- 宇宙飛行士の軌道上滞在日数は、被曝線量によって最も制限を受けます。
- 国際宇宙ステーション内では、1日に0.5～1.0 mSv(ミリシーベルト)程度の放射線に曝されます。
- 線量計を常に携帯し、長期滞在中の被曝量をモニタリングします。
- きぼうモジュール内にもPADLESが設置され、放射線量を計測しています。

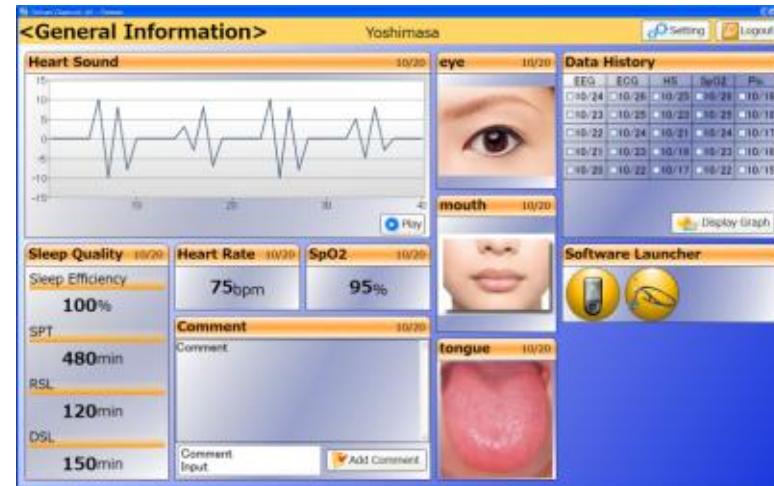
http://idb.exst.jaxa.jp/db_data/padles/NI005.html



宇宙医学実験支援システム



- 地上の医療で用いられている機器を搭載。それぞれのデータをユーザーが統合して管理するソフトウェアを開発。
- 軌道上医学実験で取得されるデータを包括的に一元管理。軌道上での健康管理にも役立てる。



youtube jaxa channel より

ニッポンのお医者さん宇宙へ行く～古川宇宙飛行士ISS長期滞在へ～

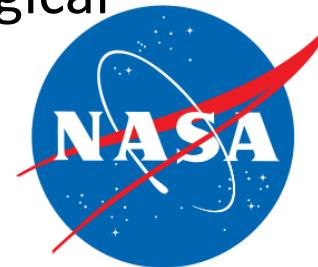


- これまででは地上で行っていたデータ解析を、古川飛行士が軌道上で実施。(遠隔医療の確立へ向けた一步)
- 電子聴診器を用いた遠隔診断の実証試験も実施予定。

古川宇宙飛行士が実施するその他の宇宙医学実験

NASA

- Cardiac Atrophy and Diastolic Dysfunction During and After Long Duration Spaceflight: Functional Consequences for Orthostatic Intolerance, Exercise Capability and Risk for Cardiac Arrhythmias (Integrated Cardiovascular)
- Validation of Procedures for Monitoring Crewmember Immune Function (Integrated Immune)
- Nutritional Status Assessment (Nutrition)
- Psychomotor Vigilance Self Test on the International Space Station (Reaction Self Test)
- National Aeronautics and Space Administration Biological Specimen Repository (Repository)



古川宇宙飛行士が実施するその他の宇宙医学実験

ESA

- Scaling Body-Related Actions in the Absence of Gravity (Passages)
- Mental Representation of Spatial Cues During Space Flight (3D-Space)
- Vascular Echography (Vessel Imaging)
- Long Term Microgravity: A Model for Investigating Mechanisms of Heart Disease with New Portable Equipment (Card)



CSA

- Cardiovascular Health Consequences of Long-Duration Space Flight (Vascular)

