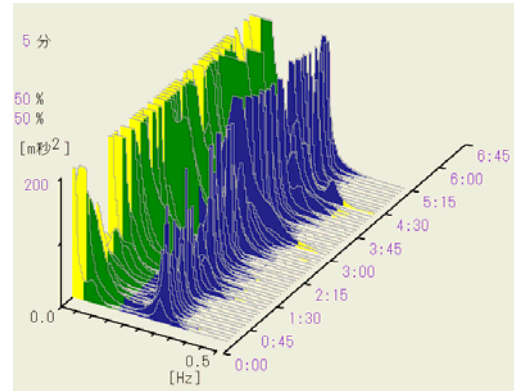


長期宇宙飛行時における 心臓自律神経活動に関する研究

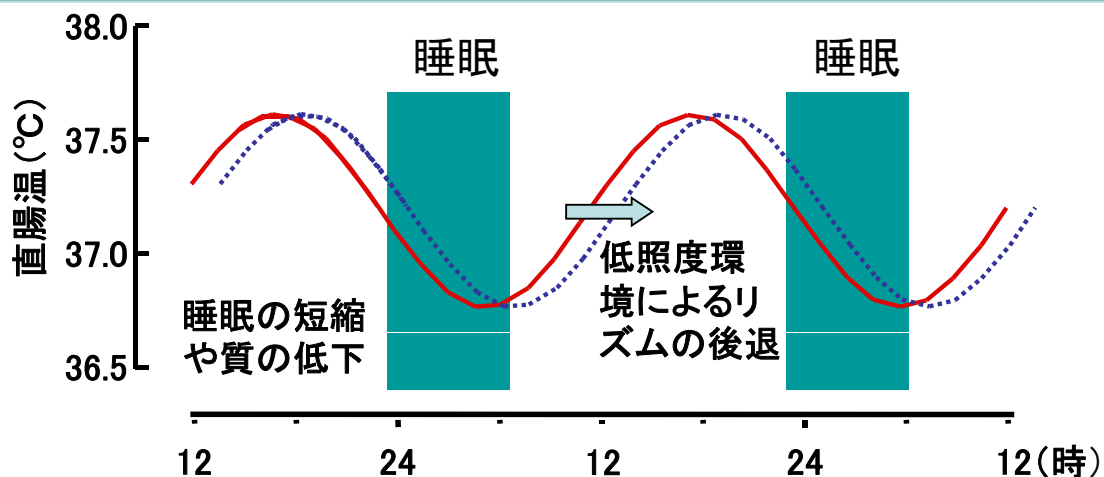


宇宙航空研究開発機構、有人宇宙技術部
向井千秋、大島 博、田山一郎、石田 暁、水野 康

東京女子医科大学、東医療センター内科
大塚邦明、久保 豊、山本直宗、林 光俊、石川元直

ヒトの生体リズムの変調

—宇宙や南極では、生体リズムに変調をきたす可能性がある—



○低照度環境である宇宙では、長期滞在時に最大2時間の体温リズムの後退や睡眠時間の短縮等が報告されている。

(Gundel A, et al, 1997他)

○南極の越冬時にも、睡眠時間の短縮や、特に白夜となる冬季に睡眠の質的な低下が認められている。

(Bhattacharyya M, et al, 2008)

目的

不眠を含む生体リズムの変調は、集中力や作業効率の低下、精神ストレスや事故発生リスクの増大などの問題を惹起する可能性を有し、宇宙医学研究の最重要課題のひとつにあげられている。

宇宙に長期滞在する飛行士の飛行前・中・後に24時間心電図記録を行い、心臓自律神経活動を解析し、宇宙滞在時の生物学的リズム(交感神経と副交感神経のリズム)の変動と睡眠中における心臓の休息度等を評価し、宇宙飛行士の健康管理技術の向上に役立てる。

研究方法

1)対象

国際宇宙ステーションに長期滞在する宇宙飛行士

2)データ取得とダウンリンク

飛行前1回、飛行中3回(前・中・後期各1回)、および飛行後1回、24時間心電波形を記録し、筑波宇宙センターへダウンリンクする。

3)解析方法

心電図RR間隔の変動性(心拍変動と心拍のゆらぎ)を、周波数解析および非線形解析し、

①交感神経や副交感神経活動の概日リズム

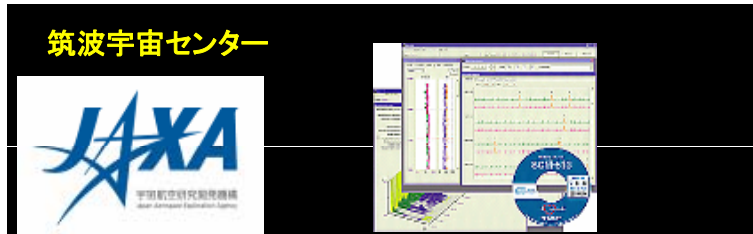
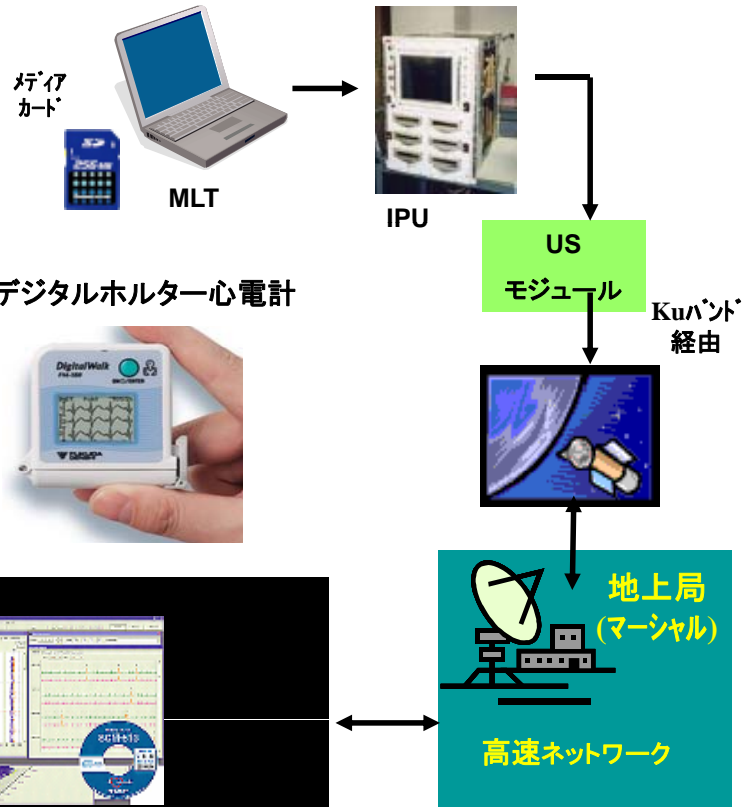
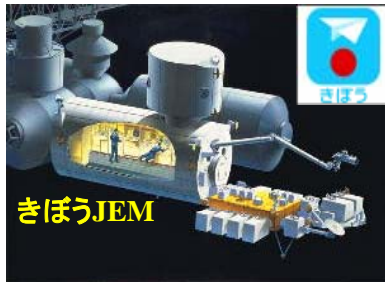
②日中の安静覚醒状態における自律神経の基礎活動

③夜間睡眠時における自律神経活動

(自律神経活動から見た睡眠の質)

を評価する。

データのダウンリンク



研究体制

JAXAと東京女子大との共同研究

宇宙航空研究開発機構

宇宙医学生物学研究室: 実験運用と評価

向井千秋(室長:代表研究者)

大島博(研究領域リーダー)、田山一郎(主任開発員)、

石田暁(開発員)、水野康(招聘研究員)

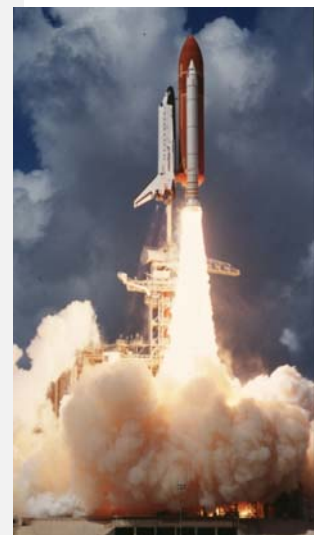
東京女子医科大学

東医療センター内科: データ解析と評価

大塚邦明(院長、教授)、久保 豊(講師)、

山本直宗(講師)、林 光俊(講師)、

石川元直(助教)



デジタルホルター心電計

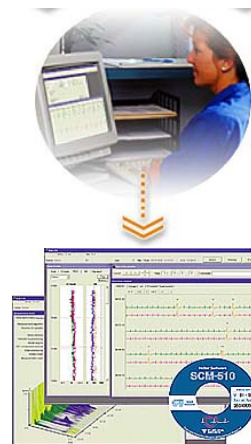


デジタルホルター心電計
65(W)x18(D)x62(H)mm
78g

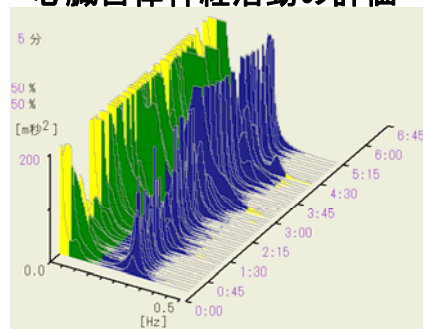


Multi Media Card

小型、軽量、耐水性、
PCでデータ送信可、
自動解析ソフト

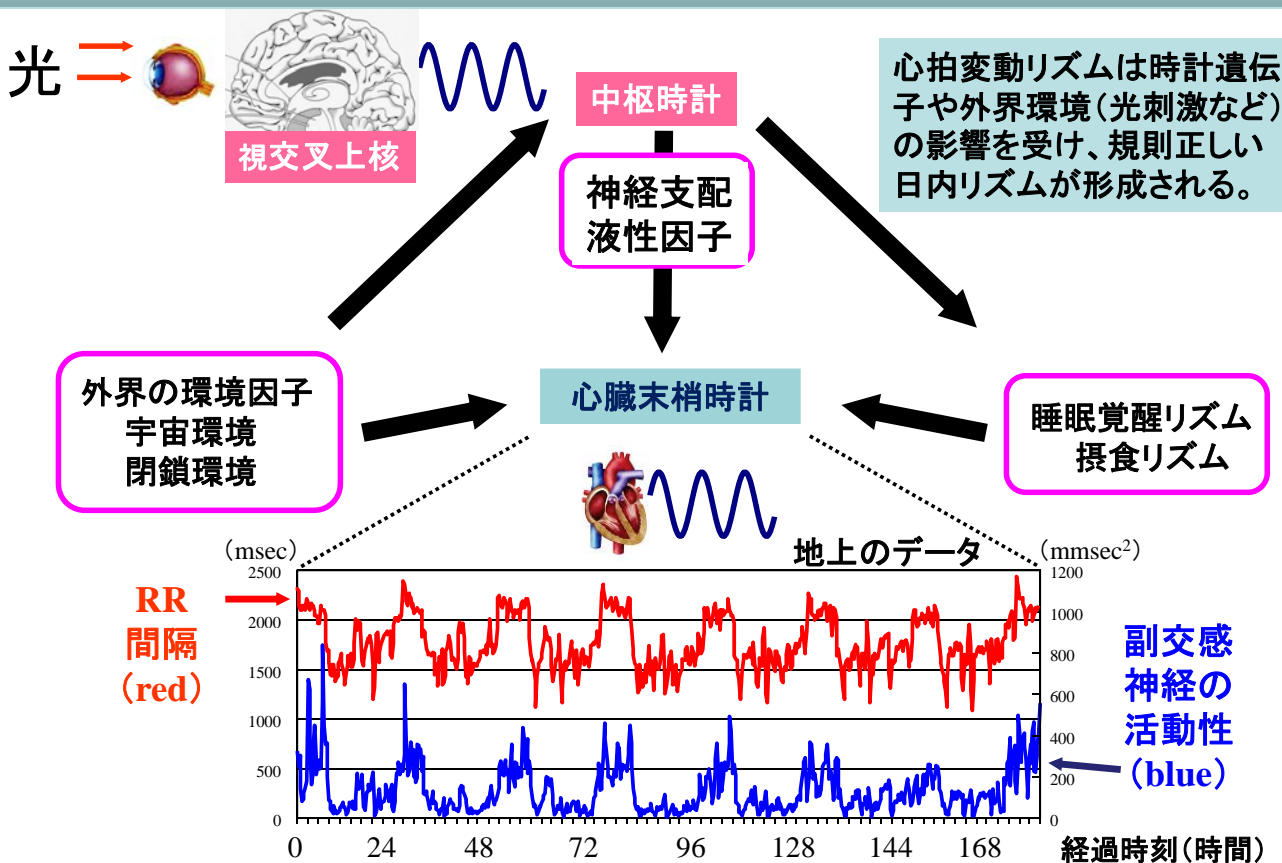


心臓自律神経活動の評価



- ・不整脈
- ・虚血変化
- ・自律神経機能評価

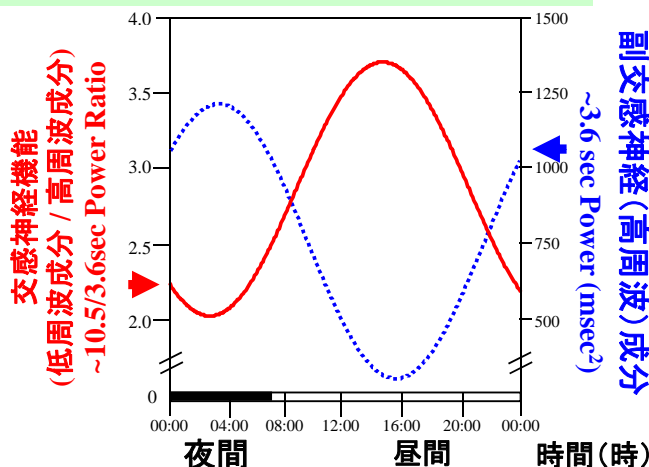
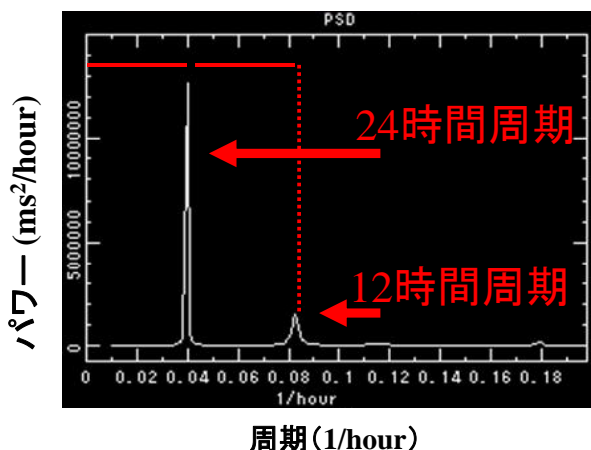
生体時計と心拍変動リズムの調節



心拍変動リズムは時計遺伝子や外界環境(光刺激など)の影響を受け、規則正しい日内リズムが形成される。

ホルター心電図に見られる心拍変動リズム

ヒトの長時間連続測定ホルター心電図の心拍変動を周波数解析することにより、ヒトの心臓循環器系に関わるリズムを観察することが出来ます。



A:ホルター心電図の周波数解析により見出される心拍の24時間周期と12時間周期 (地上のデータ)
縦軸がパワー、横軸に周期(1/hour)を示す。0.04 (1/24) 周期と0.08 (1/12) 周期に二峰性のピークを認める。

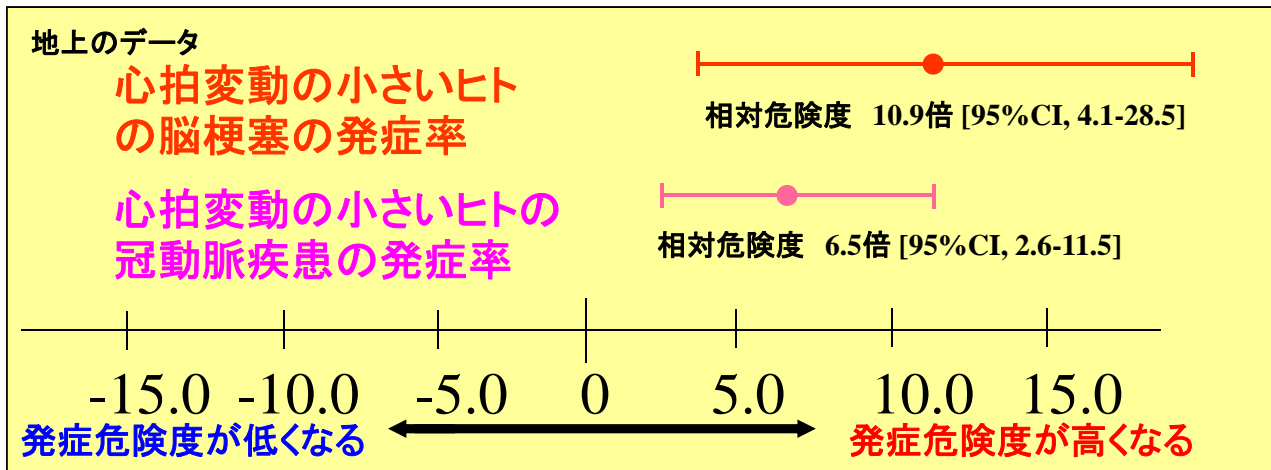
B:ホルター心電図の周波数解析より得られた高周波成分と低周波成分との比率の24時間の経過 (地上のデータ)
就寝から夜間にかけて活動性が上昇しピークを認める24時間周期を示す高周波成分(青)と相補的な活動性を認める低周波成分(赤)が見られる。

(Otsuka K et al. Computers in Cardiology 1999)

長時間心拍変動と冠動脈疾患と脳梗塞の発症の関連

6年間の追跡研究の結果、長時間心拍変動の小さいヒトでは、脳梗塞の発症率が10.9倍、冠動脈疾患6.5倍であることが報告されている。

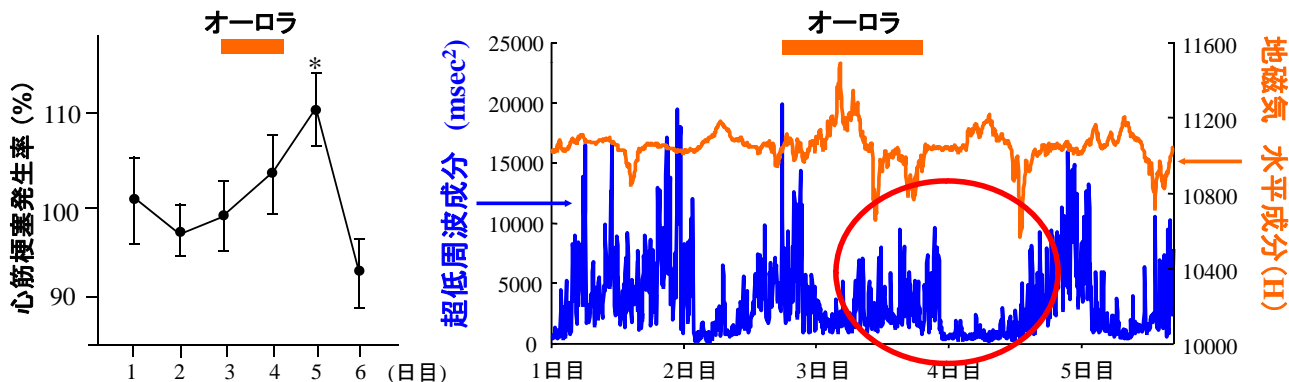
長時間の心拍変動リズムは、脳梗塞や冠動脈疾患の発症の予測に有用な指標であることが報告されている。



(Otsuka K et al. Clin. Cardiol. 1997)

極地での環境因子が心拍変動に与える影響

生体時計の同調信号として光が最も強力であるが、地磁気変動もその1つとして報告されている。オーロラ圏では、オーロラによる地磁気擾乱への暴露の翌日に心筋梗塞の発生率が上昇する(A)。オーロラに暴露されると、翌日の心拍変動リズムの超低周波成分が小さくなる(B)。



A: 地磁気と心筋梗塞の発症率 (地上のデータ)
心筋梗塞の発症率は、オーロラ翌日に上昇する(*)。

B: 地磁気と心拍変動の超低周波成分 (地上のデータ)
オーロラ翌日に心拍変動の超低周波成分が減少し(赤丸の部分)、その影響は翌日まで持続している。

(Halberg et al. 1991, Otsuka K et al., Biomed Pharmacother 2001)

極限環境(宇宙と南極)での心拍変動

研究の意義

ヒトの昼夜の体内リズムは、毎朝明るい光を浴び24時間周期になっている。

ISSでは室内照明のみ、南極では季節により日照時間が変動するため、両者とも自律神経活動や睡眠覚醒などの体内リズムが変調することが予想され、その実態解明と対策に役立つ。



長期宇宙滞在時の
医学運用・医学研究



昭和基地隊員の医学研究
(極地研との共同研究)

今後の計画

①健康管理運用

動悸や不正脈時の遠隔医療の実践(循環機能や自律神経機能診断)に活用する。

②宇宙医学実験と昭和基地での実験

長期宇宙滞在が概日リズム(自律神経機能)に及ぼす影響に関する宇宙医学研究を実施する。さらに、日本南極地域観測隊員を被験者とする研究(JAXAと極地研との共同研究)と一緒に、宇宙での長期滞在と南極越冬生活における健康管理技術の向上に役立つ。