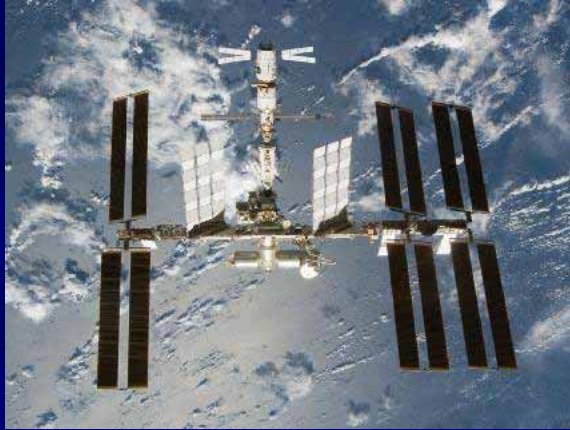


長期宇宙滞在の健康管理



宇宙航空研究開発機構
宇宙飛行士健康管理グループ
立花 正一



国際宇宙ステーション (ISS) 計画

- 1998年11月から開始
 - ロシアのザーリヤ(モジュール)打ち上げ
- 米、露、欧、加、日本の5極(15カ国)共同事業
- 2000年10月:日本の実質的参加
 - 若田飛行士が建設に参加しISSに乗り込んだ
- 2000年11月: Expedition 1
 - 初めての長期滞在開始
- 現在 Expedition 18 実施中
 - マイケル・フィンク(米)、ユーリ・ロンチャコフ(ロ)、
サンドラ・マグヌス(米)
- 2009年5月から6人体制へ



JEM/きぼう組み立てフライト

1. 船内保管室: 1J/A 完了
08.3月 土井飛行士



2. 船内実験室/ロボットアーム: 1J 完了
08.6月 星出飛行士



3. 船外実験プラットフォーム/パレット: 2J/A
09.2月 (予定) 若田飛行士
初の長期滞在(3ヶ月?)



長期宇宙滞在と飛行士のストレス

- 筋・骨格器系の減少
- 精神心理的ストレス
- 放射線被曝
- 心・肺機能の低下
- 船内環境(空気、水、微生物、騒音など)
- 栄養(メニューの固定、食材の制限)
- 疾病や怪我への対処

長期宇宙滞在の飛行士に及ぼす影響

■ 筋骨格系

- 筋力: 飛行前の約20%低下
- 骨量: 1ヶ月に1~1.5%減少

■ 放射線

- 被曝: 1mSv/day
地上の半年分 or 胸部XPを毎日20枚程度
- 発がん性、白内障のリスク
- 船外活動や太陽活動によってはさらに被曝量増大

長期宇宙滞在の飛行士に及ぼす影響

■ 精神心理

- ストレス要因: 閉鎖隔離、少人数の異文化、
任務荷重、職住境界なし
- マイナスの影響:
 - 意欲・パフォーマンスの低下: 第3四半期現象
 - 人間関係の悪化(クルー、地上クルー、家族)
 - 不安、イライラ、抑うつなどの症状
 - 睡眠障害



エラーの多発・事故の誘発

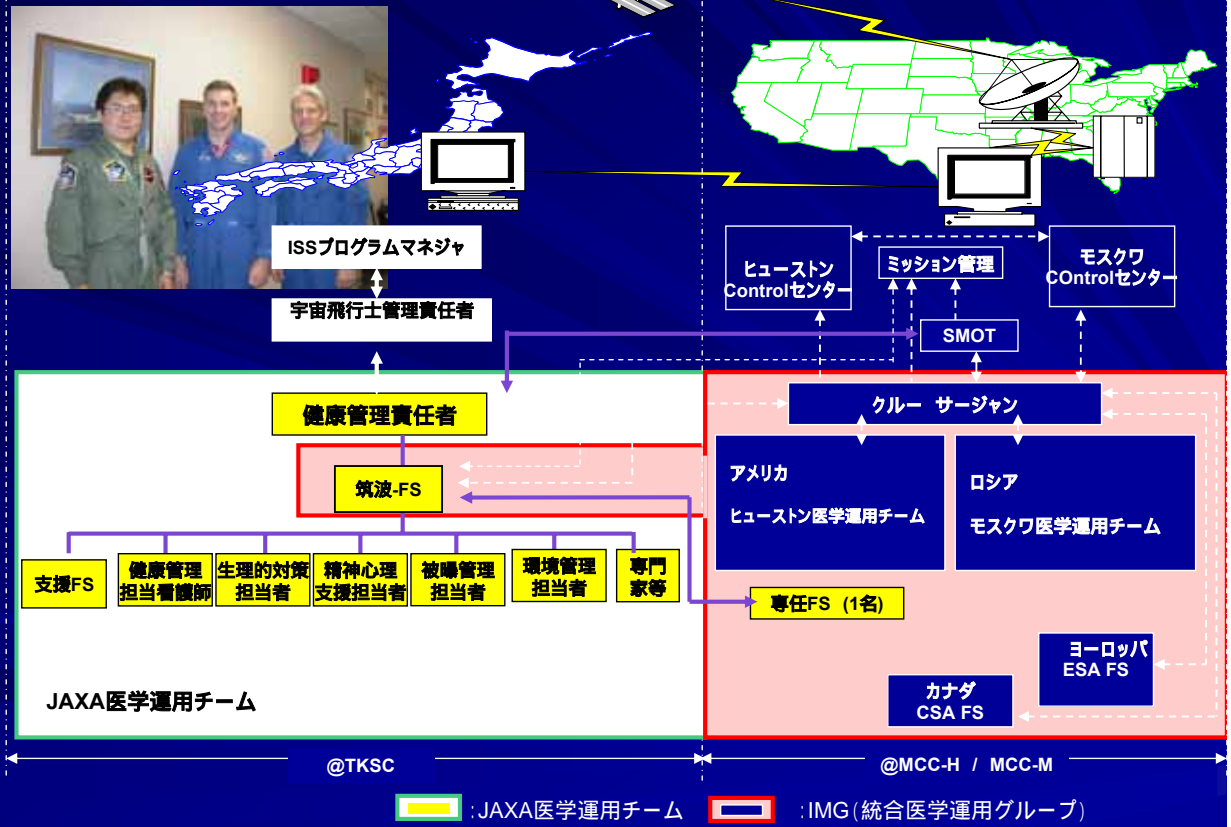
健康管理

- 飛行前健康管理
- 飛行中健康管理
- 飛行後健康管理

健康管理チーム

- フライト・サージャン(航空宇宙医学専門医)
– 看護師、BME(医療システム技師)
- 生理的対策担当(筋・骨・栄養)
- 精神・心理担当
- 放射線被曝管理担当
- 環境衛生担当(空気、水、微生物など)

医学運用体制



飛行前健康管理： ミッション固有

■ 検査のタイムスケジュール

- 打ち上げ 1年前
- 6ヶ月前
- 3ヶ月前
- 1ヶ月前(検査項目最多)
- 10～7日前
- 7日前:健康安定化プログラム(隔離)
- 2日前

飛行中健康管理：医学

- ステーション内での健康管理
 - 月1回の医学検査：
血液、尿、血圧、心電図等
医療係(CMO)が地上の医師(FS)の指導下を実施
- FSによる遠隔診察(Private Medical Conference)
 - 週1回のプライバシー保護下の面接
- 応急処置及び治療
 - 診断装置(心電図、血液分析)、身体固定装置
 - 治療用キット(点滴セット)

健康管理機器



ロシア製

血液分析装置



アメリカ製



比重、pH、蛋白、糖、ケトン体、
ウロビリノーゲン、ビリルビン、
硝酸塩、赤血球、白血球

ウラックス尿分析装置(露)



12誘導心電図



超音波診断装置

健康管理機器



医療用クレー固定器



点滴用ポンプ

挿管セット



治療機器



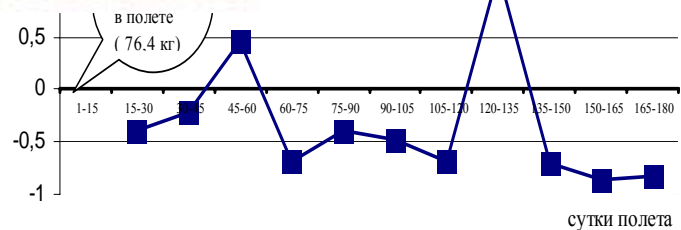
除細動器 (AED)

無重力での体重測定



ニュートンの第二法則：
 $F=ma$ を利用

изменения массы тела



飛行中の体力維持

- 日常的な体力トレーニング：
トレッドミル、エルゴメーター、抵抗運動器
1日 2.5時間を標準
- 月1回の筋力測定：
上記の器具によるデータを地上の専門家が評価

体力維持装置



トレッドミル



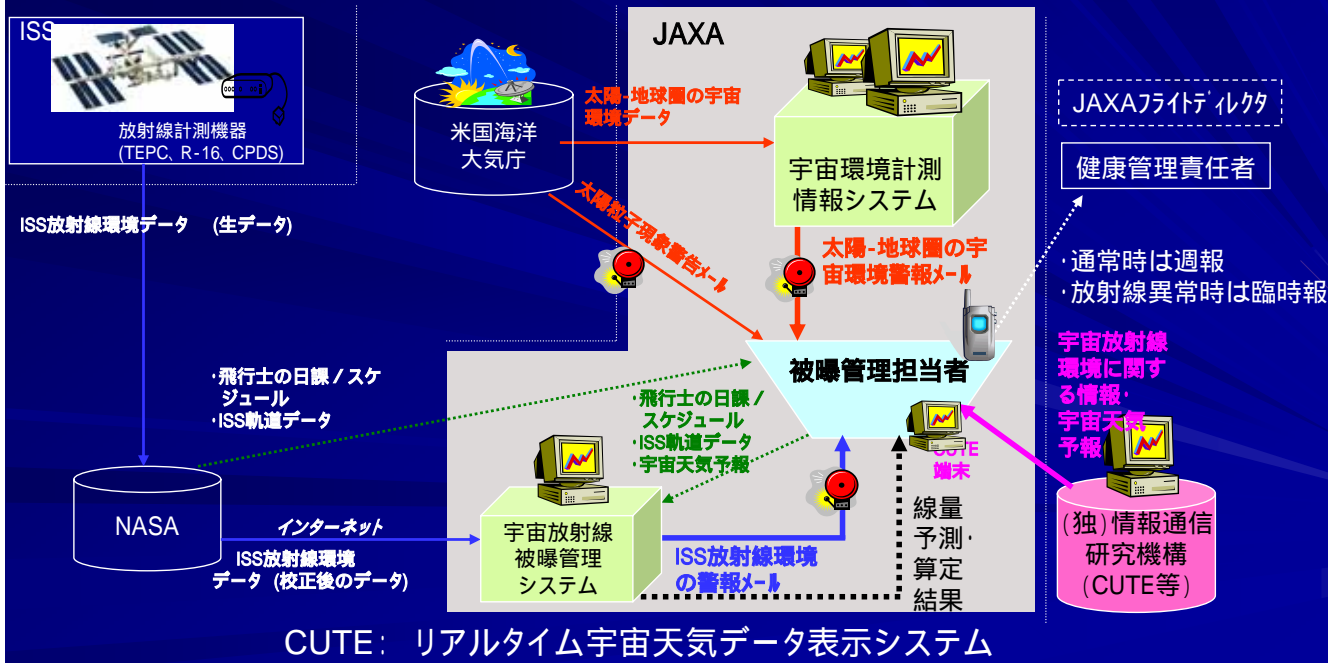
エルゴメータを使用した
心肺機能測定



抵抗運動器

飛行中の放射線被曝管理

実線はオンラインを、破線はオフラインを示す。



飛行中メンタルヘルス・ケア

■ 対策:

- 専門家による定期的遠隔面接 (1回/2週 15分)
- 家族・友人との定期的面談 (1回/週 20分)
- 新聞や雑誌の電子的提供
- eメール、インターネット電話
- 飛行士及び家族のWebページ開設 (プライベート)
- クルー・ケア・パッケージ (本、CD、嗜好品)
- 適正な作業・休息スケジュールの維持
- 適正な環境を整えた食事 (テーブルの重要性)

クルーの食事風景



第7次長期滞在クルー



第4次長期滞在及びSTS-110クルー



ISS宇宙食サンプル



宇宙日本食サンプル

宇宙日本食サンプル

打ち上げ用にアルミ包装したもの



JS006
Cooked rice with Japanese
red beans



JF002
Sardine with tomato sauce

認証されたの宇宙日本食28品目

- 山菜おこわ、おにぎり、白粥、赤飯
- レトルト・カレー、ラーメン
- わかめスープ、お吸いもの、たまごスープ
- イワシのトマト煮、サバの味噌煮、サンマの蒲焼
- トマトケチャップ、野菜ソース
- 野菜飲料ゼリー、アミノ酸ゼリー
- 羊羹、ミントキャンデー、黒飴
- 緑茶、ウーロン茶

etc

ワークレスト・スケジュール管理

- スケジュール作成には医師や心理専門家が参加
- **スケジュール管理にはBMEが活躍**
- 週5日勤務が原則
- 睡眠シフト
 - 船外活動・宇宙船ドッキングなどの時
 - 急激なシフトを避け、元の深夜帯の作業を避ける

帰還直前の健康管理

- 無重量状態から再び重力のある世界へ
- 起立性低血圧や失神の防止
 - 帰還2日前から毎日、FSの健康診断
 - 水分・塩分補給
 - 耐Gスーツの使用

スペース・シャトルでの帰還



飛行後健康管理:ミッション固有

■ 検査のタイムスケジュール

- 帰還当日～3日後までは毎日
- 帰還後1週間
- 10日
- 15日
- 30日(検査項目多い)
- 2ヶ月、3ヶ月、6ヶ月
- 6, 12, 24, 36ヶ月(骨量測定)

飛行後健康管理:リハビリテーション

■ 帰還後45日程度

- 帰還3日後まで: マッサージ、サウナ、ストレッチ、補助付き歩行
- 帰還2週間後まで: 水中運動、有酸素運動、抵抗運動
- その後: さらに運動強度を強める

■ その後は個人の状況に応じて

飛行後メンタルヘルス・ケア

■ 地上生活への再適応の援助

- 長期の宇宙単身赴任から家庭への復帰
- 人間関係の修復(必要あれば)
- 価値観・人生観の変化
- バーン・アウト症候群
- **社会的役割の突然の変化(急に有名人)**
- **帰還後の報告会・セレモニーによる多忙**

まとめ

■ JAXA医学運用チームの新たな活動

- 宇宙放射線モニター(宇宙天気予報&個人線量計)
- 精神心理問診(PPC)及び心理支援
- 飛行後のリハビリテーションへの参加
- BME(医療システム技師)による飛行士のスケジュール管理
- 宇宙日本食の提供