



委21-1



# 野口宇宙飛行士のソユーズ宇宙船帰還 及び 長期滞在任務の完了について

平成22年 6月 9日

宇宙航空研究開発機構

理事 白木 邦明



# 目次

---

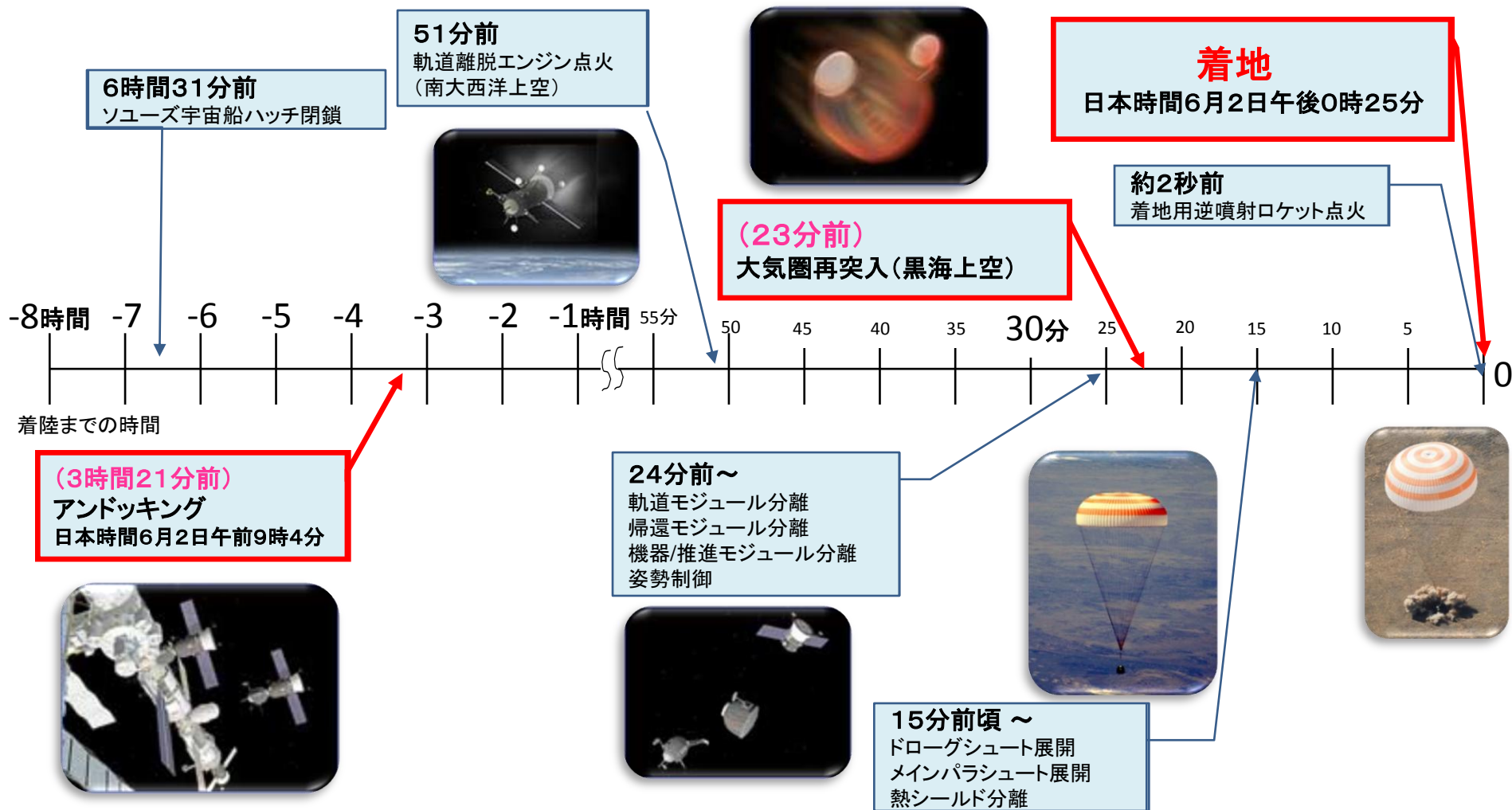
1. ソユーズ宇宙船(21S)の帰還について
2. 長期滞在任務の完了について



# 1. ソユーズ宇宙船(21S)の帰還について

野口宇宙飛行士が搭乗したソユーズ宇宙船(21S)は6月2日午後0時25分(日本時間)にカザフスタン共和国へ無事帰還し、約161日間に及ぶISS長期滞在任務を完了。

(宇宙滞在[打上げ~帰還]期間:163日5時間33分、ISS滞在[ドッキング]期間:161日1時間16分)



# 1.1 ソユーズ宇宙船(21S)帰還地



## 【6月2日】(日本時間)

午後0時25分 :ソユーズ宇宙船着地  
 午後2時00分頃:飛行士3名は、ヘリでカラガンダに移動  
 午後3時42分頃:カラガンダ到着  
 午後4時15分頃:帰還式典参加  
 午後5時40分頃:NASA機カラガンダ出発

今回の帰還ミッションから、ロシア飛行士のみがモスクワへ移動し、野口宇宙飛行士及びNASAクリーマー飛行士の2名はカラガンダからNASA飛行機にて、直接ヒューストンへ移動※。

※ 給油のため、ノルウェー(オスロ)とカナダ(スティーブンビル)を経由

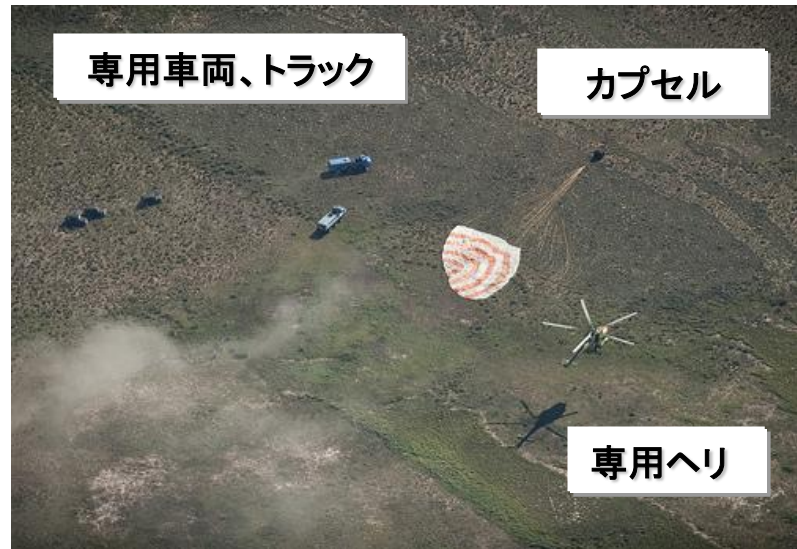
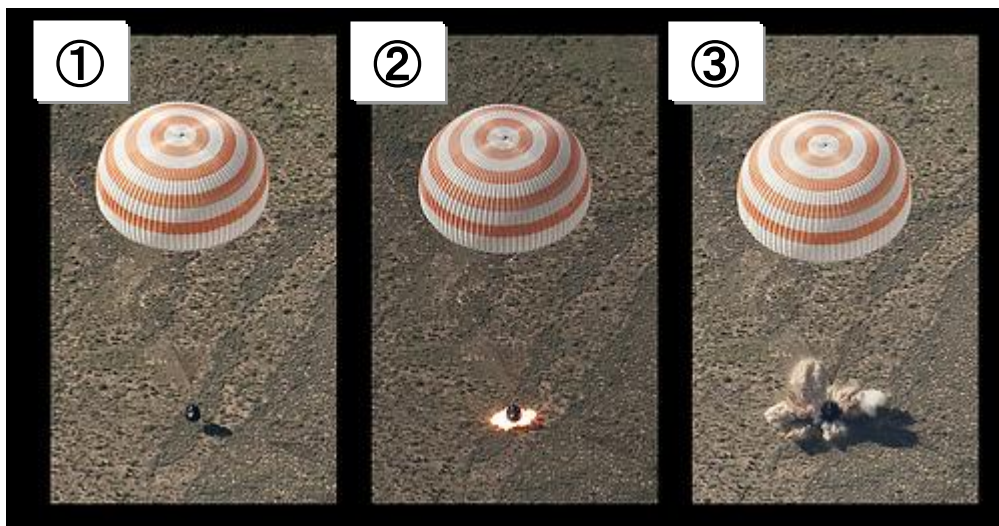
## 【6月3日】(日本時間)

午後0時37分頃:米国ヒューストン・エリントン空港到着  
 午後1時40分頃:宇宙飛行士宿泊施設到着

現在、医学検査及びリハビリを実施中。



# 1.2 ソユーズ宇宙船(21S)着地点の様子



①降下中 → ②逆噴射ロケット点火(約2秒前) → ③着地  
 < カプセル着地の様子(連続写真) >

< 帰還支援隊の到着 >



< 着地点でのクルーの様子(カプセル搬出後) >

## 2. 長期滞在任務の完了について

野口宇宙飛行士は、第22次／第23次の長期滞在任務に係わり、日本人最長の163日間の宇宙滞在を行い、以下のミッションを遂行し無事に任務を完了した。

### ソユーズ21Sクルー



オレグ・コトフ  
(コマンダー)  
ロシア宇宙飛行士



野口 聡一  
(フライトエンジニア)  
JAXA宇宙飛行士



ティモシー・クリーマー  
(フライトエンジニア)  
NASA宇宙飛行士



2010年2月10日～20日:  
STS-130/20Aミッション  
第3結合部「トランクウリティ」及び「キューボラ」取付け



2010年3月18日  
ソユーズ宇宙船20S分離  
長期滞在クルー3名体制  
(23次)



2010年4月4日:  
ソユーズ宇宙船22Sドッキング  
長期滞在クルー6名体制  
(23/24次)



2010年4月7日～17日:  
STS-131/19Aミッション  
日本人が軌道上に2名滞在



2010年4月22日:  
プログレス補給船35P分離



2010年5月2日:  
プログレス補給船37Pドッキング



2010年5月10日:  
プログレス補給船36P分離



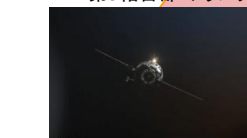
2010年5月12日:ソユーズ宇宙船(21S)  
ドッキングポート移動(FGB→SM)



2010年5月16日～24日:  
STS-132/ULF4ミッション



2010年6月2日:着地  
カザフスタン共和国



2010年2月5日  
プログレス補給船36Pドッキング  
JAXAタンパク質結晶成長実験試料搭載



2010年1月5日:  
きぼうロボットアーム 子アーム組立



2009年12月23日:  
ISSにドッキング  
長期滞在クルー5名体制(22/23次)



2009年12月21日打上げ  
カザフスタン共和国  
バイコヌール宇宙基地

機体 :ソユーズTMA-17 (21S)  
搭乗員数 :3名  
打上げ時刻 :2009年12月21日 午前6時52分(日本時間)  
打上げ場所 :カザフスタン共和国内 ロシア バイコヌール宇宙基地  
帰還時刻 :2010年6月2日 午後0時25分(日本時間)  
帰還場所 :カザフスタン共和国内  
飛行期間 :約163日間(ISSドッキング期間:約161日間)

### 長期滞在中における野口宇宙飛行士の主な任務

#### システム運用に係る任務

- ・ 米国、ロシア、欧州宇宙機関(ESA)、日本の各モジュールから構成されるISSシステムの運用・維持管理。

#### 実験運用に係る任務

- ・ 「きぼう」の実験運用をとりまとめるとともに、「コロンバス」(欧州実験棟)及び「デスティニー」(米国実験棟)での実験運用を実施。

#### その他の任務

- ・ スペースシャトルによるISS組立てミッションでの共同作業、ソユーズ宇宙船で到着するISSの交代クルーへの業務引継ぎなど。



第22/23次長期滞在クルー(5名体制)



第23次長期滞在クルー(3名体制)



第23/24次長期滞在クルー(6名体制)



## 2.1 システム運用

### きぼう／ISSに係るシステム運用

#### ①きぼうシステム関連

- きぼうエアロックへの真空ポンプの設置
- きぼうロボットアーム子アーム組立、エアロックからの取り出し、機能検証
- 共通ガス供給装置バルブユニットの交換
- 環境制御システムのメンテナンス(風量測定、フィルター交換等)
- 内部熱制御系の冷却水サンプリング など

#### ②ISSシステム関連

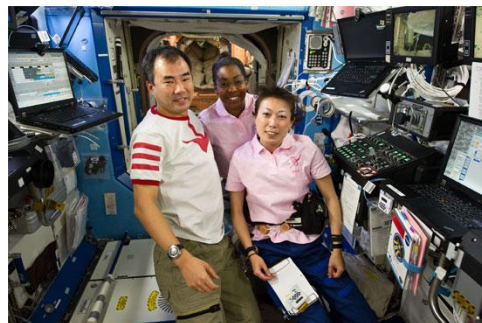
- エクササイズ機器(制振装置付きトレッドミル、新規トレッドミル#2、改良型エクササイズ装置)、ISSトイレ等のメンテナンス
- ラックの移設
- Node3設置関連作業、補給物資の輸送・整理 など



親アームに  
把持される  
子アーム



スペースシャトルSTS-131／19Aミッションにおいて、山崎宇宙飛行士がISSへ到着。日本人宇宙飛行士が初めて、軌道上に2人同時滞在し、様々な共同作業を実施。



## 2.2 実験運用(1/3)

### ①宇宙空間における骨代謝制御：キンギョの培養ウロコを骨のモデルとした解析 (Fish Scales) (金沢大学 鈴木信雄准教授)

キンギョのウロコを骨のモデルとして、骨量減少メカニズムの解明に資するデータ取得を目的とする。骨粗しょう症など地上で骨が弱くなる疾患の治療方法や治療薬の開発への貢献が期待される。

#### 【結果】

キンギョのウロコを培養後、STS-132/ULF4で回収。現在、地上にて解析中。



サンプルの培養液と固定液の入替 (Fish Scales)

### ②微小重力環境でのナノスケルトン作製 (NANOSKELETON) (JAXA/東京理科大学)

ナノレベルの骨格構造体(ナノスケルトン)を宇宙で生成し、新規の光触媒の開発に資することを目的とする。高効率な太陽電池材料、重油をガソリンにかえる触媒、水質浄化、空気中の有害物質除去等、環境・エネルギー分野への応用が期待される。

#### 【結果】

実験試料(酸化チタン溶液、界面活性剤、油)を反応させナノスケルトンを作製し、STS-131/19Aで回収。



実験終了後のナノスケルトンサンプルバック (白い部分がナノスケルトン)

### ③タンパク質結晶生成実験 (JAXA-PCG) (JAXA/大学/民間企業 等)

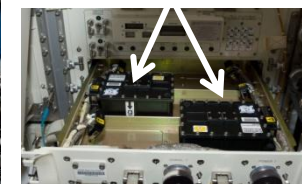
タンパク質立体構造解析のための結晶生成実験。インフルエンザやセルロース分解酵素など、新規医薬品開発や環境・エネルギー分野への貢献が期待される。

#### 【結果】

実験試料は野口宇宙飛行士とともに地球に帰還。



実験供試体



タンパク質結晶生成実験



## 2.2 実験運用(2/3)

### ④タンパク質ユビキチンリガーゼCblを介した筋萎縮の新規メカニズム(Myo Lab) (徳島大学 二川健教授)

筋肉の萎縮に関係する酵素(Cbl-b)に注目し、細胞内での挙動を調べることで、筋萎縮の新規メカニズムを調べる実験。

老化や病気などで寝たままの状態であることによる筋萎縮など、地上の医療への応用が期待される。

#### 【結果】

実験試料(培養後のラット細胞)はSTS-132/UHF4で回収。



細胞培養容器

### ⑤マランゴニ対流における時空間構造(Marangoni UVP) (JAXA 依田眞一教授)

マランゴニ対流(表面張力により引き起こされる対流)のメカニズム解明に向けた基礎データ取得。

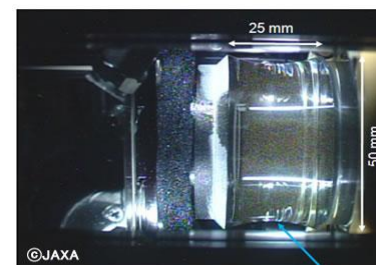
半導体結晶などの高品質化、パソコン等の電子機器を冷却するヒートパイプの高効率化、化学分析や医療分析で重要となるマイクロ流体ハンドリング技術の確立などへの貢献が期待される。

#### 【結果】

実験供試体からのシリコンオイル漏れの不具合が発生したため、地上の管制チームと野口宇宙飛行士とで連携して修復して実験を開始。



実験供試体の修理作業



供試体修理後の液柱

### ⑥文化・人文社会科学パイロットミッション(宇宙庭) (京都市立芸術大学松井紫朗准教授)

「宇宙庭」の作庭による自然観の創出。地上の庭との比較により、人類と自然の関係、地球のかけがえのなさを浮き彫りにする取組み。

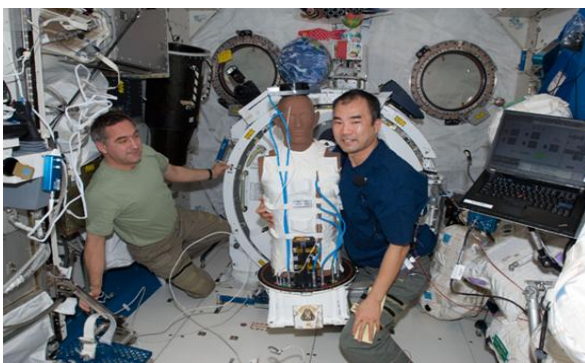


宇宙庭の鑑賞会

## 2.2 実験運用(3/3)

### 【医学実験】

- ①**骨量減少・尿路結石予防対策に関する研究(JAXA/NASA共同)**  
被験者として、骨粗しょう症の経口治療薬(ビスフォスフォネート剤)を週1回服用。  
(若田宇宙飛行士長期滞在時のデータと比較予定)
- ②**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**  
被験者として、心電図データを取得。
- ③**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**  
実験者として、クレーター飛行士の毛髪採取(2回)を実施。
- ④**人体模型を用いた宇宙放射線計測実験(ESA/FSA/JAXA共同研究)**  
JAXAの受動積算型線量計を組み込んだ人体模型を「きぼう」内に設置し、計測を開始。
- ⑤**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**  
被験者として、皮膚に付着したり、吸い込んだ微生物を採取。



人体模型を用いた放射線被曝測定実験



ホルター心電計



微生物試料の採取

## 2.3 国際パートナー実験運用

### ① SPINAL【NASA実験】

宇宙空間で座高の高さがどれだけ変化したかを計測する実験。  
野口飛行士は被験者として参加。

### ② Reaction Selftest【NASA実験】

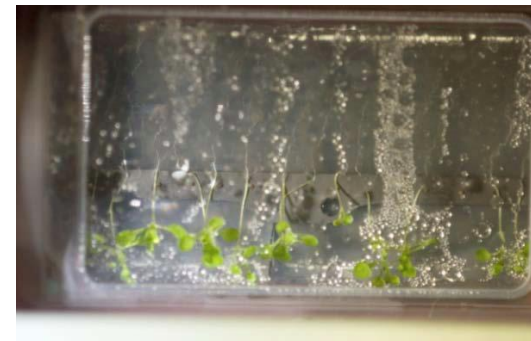
睡眠不足や概日リズム障害(夜間勤務など)、仕事の内容、睡眠薬の使用等の条件が宇宙飛行士の基本的認知能力(記憶力・計算力・反応時間等)が、どのように影響するかを宇宙飛行士自身が比較することで、このテストが心身の状態を自分で把握するのに有効か評価するためのコンピュータテスト。野口飛行士は被験者として参加。

### ③ WAICO【ESA実験】

シロイヌナズナの根の成長を観察し、重力が植物の根の成長へ及ぼす影響を調べる実験。  
野口飛行士は、実験準備として、シロイヌナズナのに入ったコンテナ8個をBioLab(ESAの実験装置)の栽培容器(インキュベータ)へセッティング作業を実施。



Reaction Selftestの実施(例)



コロンバス内の生物学実験ラック  
(BioLab)で成長するシロイヌナズナ



## 2.4 長期滞在中の健康維持対策

### ①軌道上で野口飛行士自身が実施

- 有酸素運動[ランニング(トレッドミル)、自転車(エルゴメータ)]及び筋力トレーニング(抵抗運動)の実施
- 米口の宇宙食だけでなく、宇宙日本食により食生活を向上
- 個人線量計を携帯し宇宙放射線の被曝量を測定(解析は地上)
- 「きぼう」の窓から地球を観賞、読書等で心身をリフレッシュ

### ②地上でJAXAの健康管理担当者が実施

- 医師(フライトサーजन)や心理担当者が定期的に関診・面接を行い健康状態を把握
- 家族との会話の機会(ビデオ会議)を定期的を提供
- 健康に影響を与える環境因子(宇宙放射線、船内空気等)を常時監視



JAXAの個人線量計



筋力トレーニング

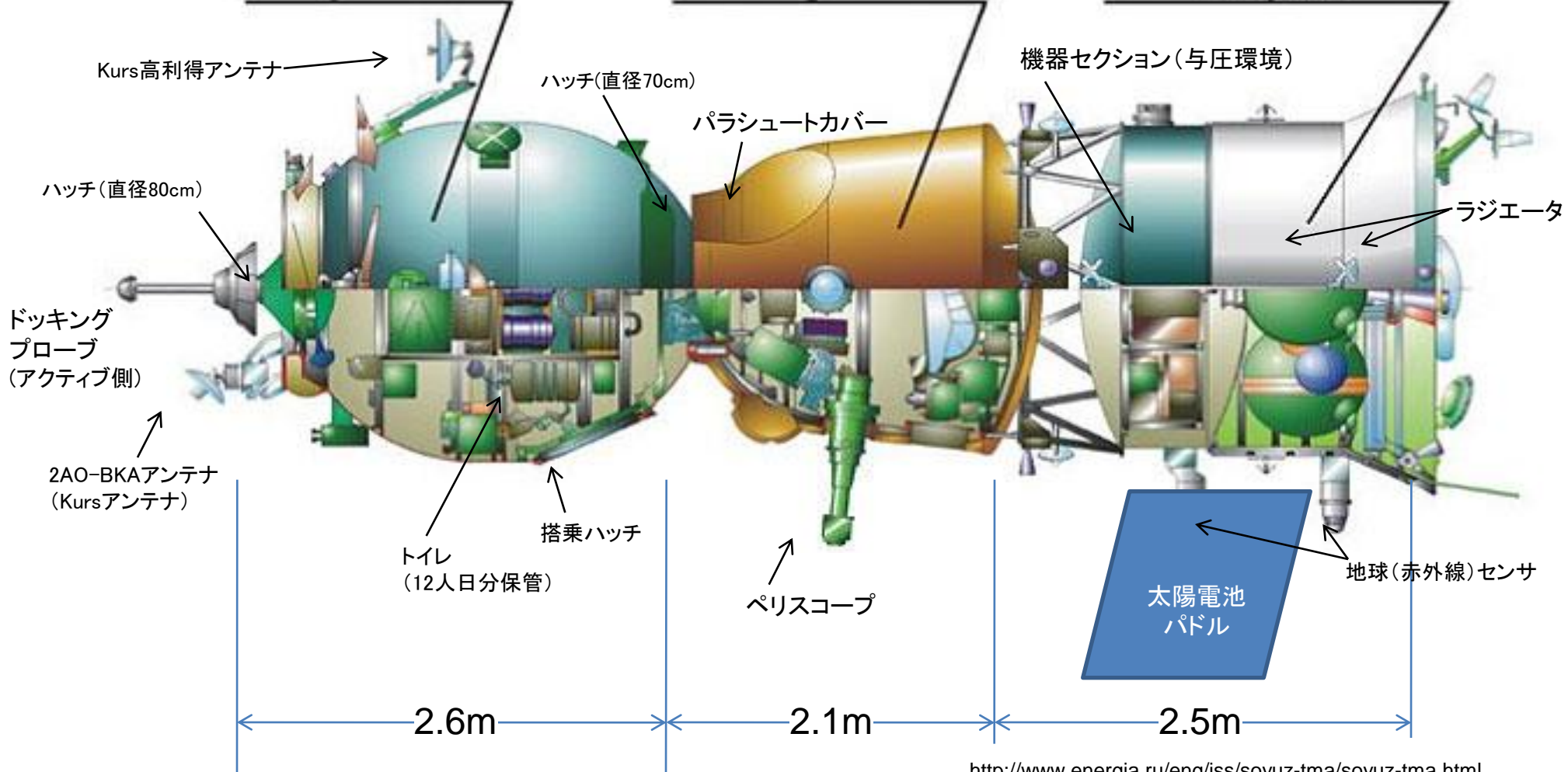
# 【参考-1】 ソユーズ宇宙船の構成



軌道モジュール  
(1,300kg、6.5m<sup>3</sup>)

帰還モジュール  
(2,900kg、4.0m<sup>3</sup>)

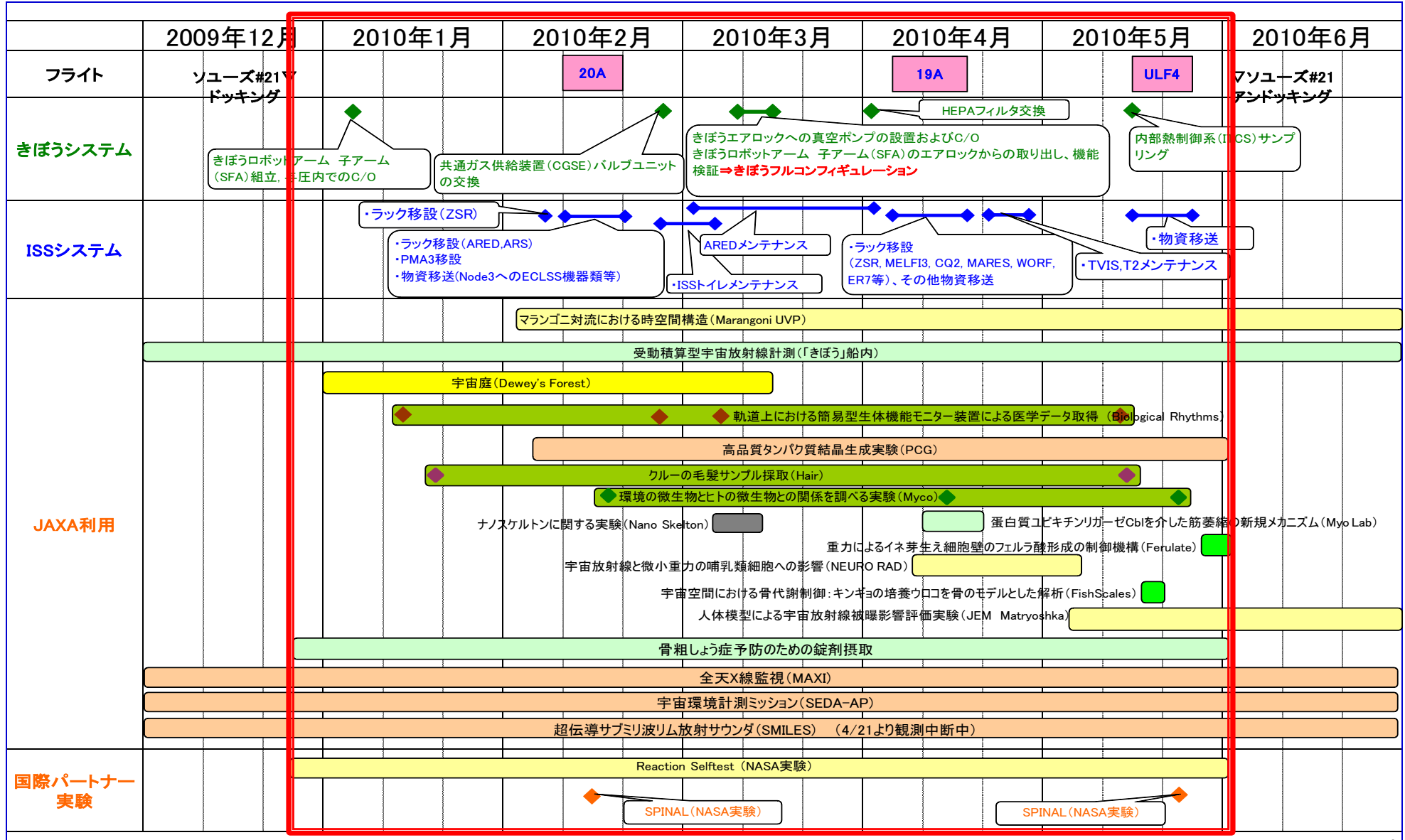
機器/推進モジュール  
(2,600kg)



<http://www.energia.ru/eng/iss/soyuz-tma/soyuz-tma.html>

※ Kurs: 無線自動ドッキングシステム「コース」、150~200km離れた地点から使用可能

# 【参考-2】 長期滞在期間中における軌道上作業







# 【参考-3】 長期滞在期間中のJAXA利用実験課題

テーマ名	研究機関(代表研究者)
マランゴニ対流における時空間構造 (Marangoni UVP)	JAXA (依田真一)
タンパク質ユビキチンリガーゼCblを介した筋萎縮の新規メカニズム (Myo Lab)	徳島大学 (二川健)
宇宙放射線と微小重力の哺乳類細胞への影響 (Neuro Rad)	鹿児島大学 (馬嶋秀行)
重力によるイネ芽生え細胞壁のフェルラ酸形成の制御機構	大阪市立大学 (若林和幸)
宇宙空間における骨代謝制御	金沢大学 (鈴木信雄)
赤血球膜タンパク質バンド3が媒介する陰イオン透過の分子機序解明	長崎国際大学 薬学部薬学科 (濱崎 直孝)
タンパク質結晶生成宇宙実験 (JAXA-PCG)	JAXA、大学、民間企業 等
微小重力環境でのナノスケルトン作製	JAXA、東京理科大学
「きぼう」船内実験室の宇宙放射線計測	JAXA
宇宙飛行士の放射線被曝管理	JAXA
人体模型を用いた宇宙放射線計測実験	ESA、FSA、JAXA
長期宇宙飛行時における心臓自立神経活動に関する研究	JAXA、東京女子医科大学
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	JAXA、帝京大学、明治薬科大学
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	JAXA
骨量減少・尿路結石予防対策に関する研究	JAXA、徳島大学、NASA
微小重力環境計測	JAXA
宇宙庭 (文化・人文社会科学パイロットミッション)	京都市立芸術大学 (松井紫朗)
ISS宇宙飛行士によるmoon 'score' (文化・人文社会科学パイロットミッション)	京都市立芸術大学大学院 (野村仁)
全天X線監視装置 (MAXI)	JAXA、理化学研究所
宇宙環境計測ミッション装置 (SEDA-AP)	JAXA
超伝導サブミリ波リム放射サウンダ (SMILES)	京都大学