

若田宇宙飛行士の スペースシャトル搭乗ミッション 及び ISSでの長期滞在の実施について

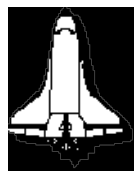
— ミッション概要及び準備状況について —

(A改訂)

平成21年2月4日
宇宙航空研究開発機構
(説明者 長谷川 義幸)

1. 当面の日本人宇宙飛行士の搭乗計画

2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
-------	-------	-------	-------	-------



1J/A

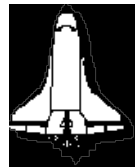


1J

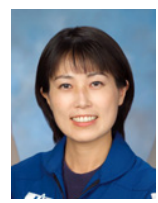
船内実験室・ロボットアームのISS取付
2008年6月打上
(任務完了)



星出飛行士



19A



山崎飛行士

多目的補給モジュール取付/取外し
2010年2月頃打上



Soyuz

Soyuz

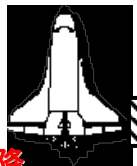


2009年12月頃から6ヶ月間滞在

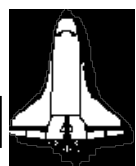


土井飛行士

15A



2J/A



2月19日以降
打上げ



2009年2月中旬から約3ヶ月間滞在



若田飛行士



野口飛行士



Soyuz

Soyuz



2011年春頃から6ヶ月間滞在



古川飛行士

- 日本人宇宙飛行士の長期滞在により、無重量実験での新たな科学的発見や知見を得るとともに、産業応用研究への道を拓く成果を獲得。
 - 日本の大学、研究所、民間企業等の優れた提案の中から、厳選した科学テーマを実施
 - 長期的な医学データ取得による知見の獲得（重力、宇宙放射線などの医学的影響）
 - 「きぼう」で良好な無重量環境を実現。繰り返し実験を実施。
- 「きぼう」の運用、日本人宇宙飛行士の長期滞在による活動を通じて、国際水準の有人宇宙技術を実証・獲得。
 - 宇宙の実験棟、ロボット、有人滞在技術
- 21世紀は、より多くの人々が「宇宙」へ進出し、さらに、人類は地球近傍からより遠くへと、その活動の範囲を拡大していく可能性がある。
我が国にとって、ISS／「きぼう」を利用した日本人宇宙飛行士の長期滞在運用は、人類の宇宙活動範囲の拡大にむけた第一歩。

2. STS-119(15A)ミッションの飛行計画

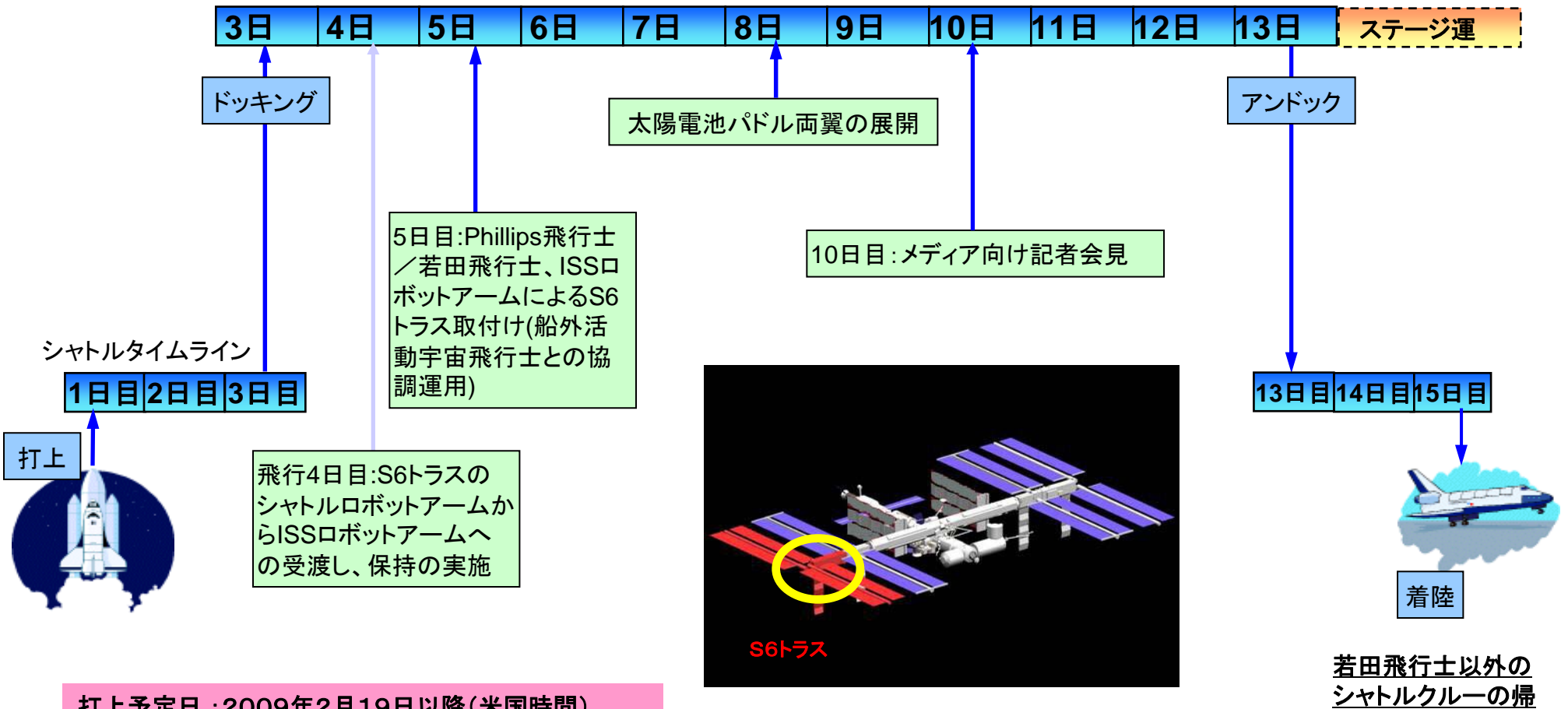
項目	計画		
STSミッション番号	STS-119(通算125回目のスペースシャトルフライト)		
ISS組立フライト番号	15A:(スペースシャトルによる28回目、ロシアのロケットを含めると32回目のISSフライト)		
オービタ名称	ディスカバリー号(OV-103) (ディスカバリー号としては36回目の飛行)		
打上げ予定日	2009年 2月 19日 以降		
打上げ場所	フロリダ州NASAケネディ宇宙センター(KSC)39A発射台	飛行期間	約14日間(ドッキング期間11日間)
搭乗員	コマンダー : リー・アーシャムボウ MS3 : リチャード・アーノルド パイロット : ドミニク・アントネリ MS4 : ジョン・フィリップス MS1 : ジョセフ・アカバ ISS長期滞在クルー(打上げ) : 若田光一 MS2 : スティーブン・スワンソン ISS長期滞在クルー(帰還) : サンドラ・マグナス		
軌道	軌道投入高度: 約226 km	ランデブ高度: 約361km	軌道傾斜角: 51.6度
帰還予定場所	主帰還地 : フロリダ州NASAケネディ宇宙センター(KSC) 代替帰還地 : カリフォルニア州エドワーズ空軍基地内NASAドライデン飛行研究センター(DFRC) ニューメキシコ州ホワイトサンズ宇宙基地		
主搭載品	【貨物室】S6トラス 【ミッドデッキ】補給物資、実験機材など		

3. 15Aフライトでの若田宇宙飛行士の主な任務

(若田宇宙飛行士の打上げフライト)



ISS組立(S6トラス)に係るロボットアーム操作(船外活動宇宙飛行士との協調運用)



打上予定日 : 2009年2月19日以降(米国時間)

ミッション期間: 約14日間

4. 長期滞在中における若田宇宙飛行士の主な任務(1/4)



1. 実験運用に係る任務

- JAXA軌道上実験主任(JAXAサイエンス・オフィサー)として、きぼう(日本実験棟)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)及びディスティニー(米国実験棟)での実験運用も実施。

2. ISS全体に係る運用任務

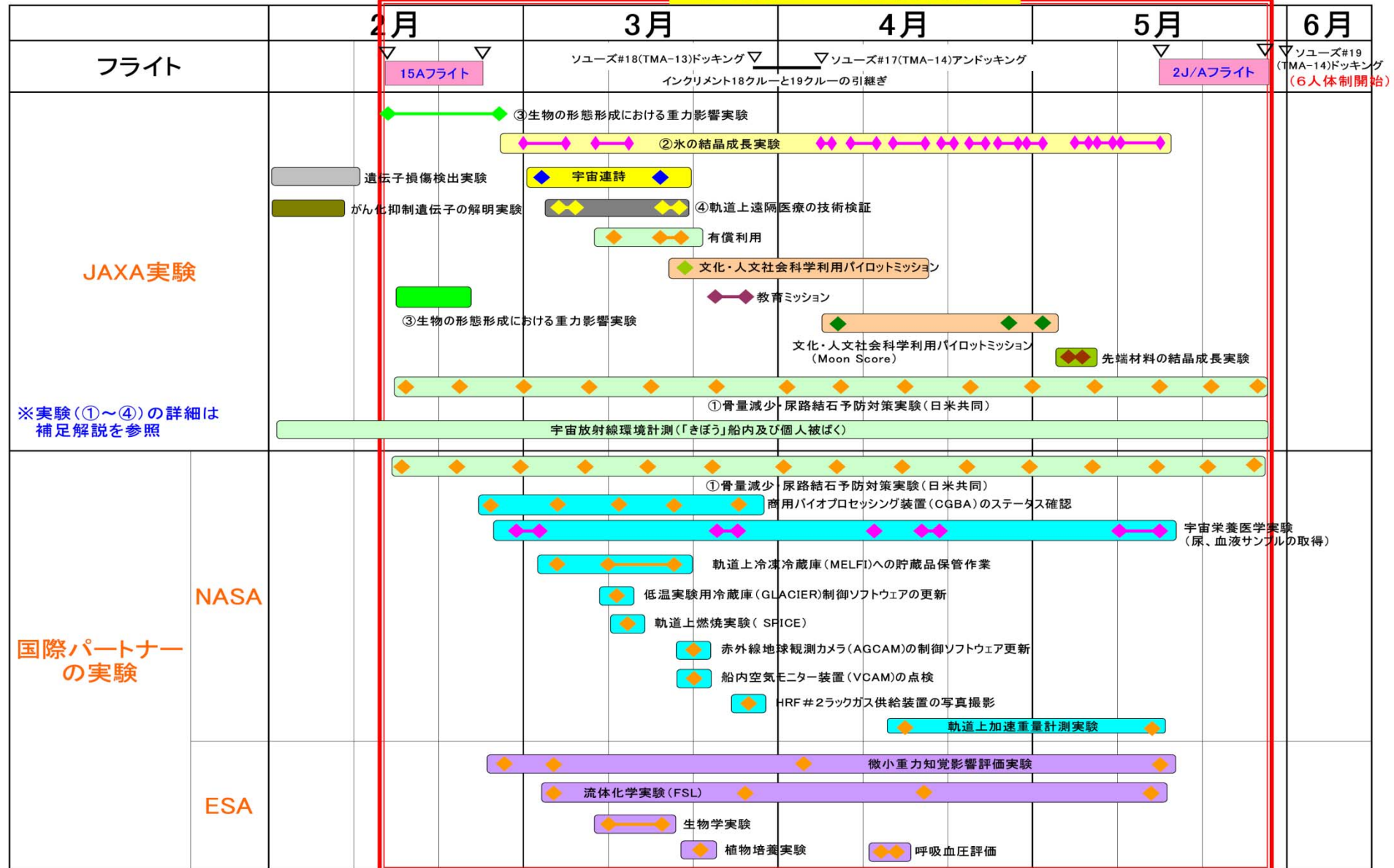
- ロボティクスシステムの専門技術者として、ISS／シャトルの4種類全てのロボットアーム*を用。
 - 1回の宇宙飛行でISS／シャトルの全4種類のロボットアーム運用は初めてのケース
- ※ 宇宙ステーション・ロボットアーム(SSRMS)、シャトル・ロボットアーム(SRMS)、特殊目的ロボットアーム(SPDM)、きぼう・ロボットアーム(JEMRMS)
- クルー・メディカル・オフィサーとして、軌道上の医療機器を使って、各クルーの日常の健康管理を行うとともに、クルーが軌道上で怪我をした場合の救急処置を担当する。
- ISSシステム(米国、ロシア、「きぼう」)の運用・維持管理を実施。

4. 長期滞在中における若田宇宙飛行士の主な任務(2/4)



ISS実験運用

若田飛行士のISS長期滞在期間



※実験(①~④)の詳細は補足解説を参照

注:具体的な実施日は現在調整中。

4. 長期滞在中における若田宇宙飛行士の主な任務(3/4) ISSシステムの運用・維持(その1)



2009年	2月			3月			
フライト		15Aフライト			ソユーズ#18(TMA-13)ドッキング▽		
米国システム		<ul style="list-style-type: none"> ・15A輸送品の保管 ・15A実施EVAの後片付け ・火災検知器/応急処置品の点検 ・空調機器の点検 ・水再処理装置のメンテナンス ・無線システムの点検 ・エクササイズ装置のメンテナンス 			<ul style="list-style-type: none"> ・VHF通信システムの点検 ・軌道上飲料水残量確認 ・ロボット運用ワークステーションのメンテナンス ・二酸化炭素濃度監視モニタの点検 ・ハッチ密閉シールの点検 ・空気成分分析器のメンテナンス ・エクササイズ装置のメンテナンス ・自動除細動器の点検 		
ロシアシステム		<ul style="list-style-type: none"> ・エクササイズ装置の点検 ・二酸化炭素濃度監視モニタの点検 ・軌道上ネットワークシステムのメンテナンス ・運用手順書の維持管理 			<ul style="list-style-type: none"> ・空調システムのメンテナンス ・生命維持装置メンテナンス(汚物処理) 		
きぼうシステム		<ul style="list-style-type: none"> ・非常灯給電システムの点検 			<ul style="list-style-type: none"> ・空調システムのメンテナンス ・生命維持装置メンテナンス(汚物処理) 		
		<ul style="list-style-type: none"> ・JEMロボットアームの2J/Aミッション操作確認#1(準備作業を含む) 			<ul style="list-style-type: none"> ・JEMエアロック打上拘束具解除及び点検 ・JEM熱制御システム冷却水サンプル取得 ・JEMロボットアームの2J/Aミッション操作確認#2(準備作業を含む) ・JEMロボットアーム(バックアップシステム)の機能確認 ・JEM与圧部窓シャッター閉 		

注:具体的な実施日は現在調整中。

4. 長期滞在中における若田宇宙飛行士の主な任務(4/4) ISSシステムの運用・維持(その2)



2009年	4月	5月	6月
フライト	▽ソユーズ#17(TMA-14)アンドッキング		2J/Aフライト
米国システム	<ul style="list-style-type: none"> 軌道上ネットワークシステムのメンテナンス 軌道上無線システムの点検 VHF通信システムの点検 空気成分分析器のメンテナンス エクササイズ装置のメンテナンス 煙検知器の点検 水再処理システムのメンテナンス 		<ul style="list-style-type: none"> 宇宙ステーションロボットアームの2J/A運用準備 2J/Aフライト受け入れ準備 軌道上ネットワークシステムのメンテナンス 軌道上無線システムの点検 VHF通信システムの点検 エクササイズ装置のメンテナンス トイレ衛生用コンパートメントのメンテナンス 空気成分分析器のメンテナンス
ロシアシステム	<ul style="list-style-type: none"> 二酸化炭素濃度監視モニタの点検 アマチュア無線装置の点検 エクササイズ装置のメンテナンス 自動除細動器の点検 トイレ衛生処理用コンパートメントのメンテナンス 軌道上医療システムの点検 	<ul style="list-style-type: none"> 軌道上無線システムの点検 VHF通信システムの点検 軌道上ネットワークシステムのメンテナンス 二酸化炭素濃度監視モニタの点検 宇宙ステーションロボットアームの2J/A運用準備 トイレ衛生処理用コンパートメントのメンテナンス エクササイズ装置の点検 空気循環装置のメンテナンス 自動除細動器の点検 	<ul style="list-style-type: none"> 空調システムのメンテナンス 生命維持装置メンテナンス(汚物処理)
きぼうシステム	<ul style="list-style-type: none"> 軌道上末端メンテナンス 	<ul style="list-style-type: none"> JEM熱制御系システムメンテナンス JEM環境制御系システムメンテナンス 軌道上末端メンテナンス JEM熱制御システム冷却水サンプル取得 JEMロボットアームの2J/A運用準備 	

注:具体的な実施日は現在調整中。

5. 若田宇宙飛行士の長期滞在期間中の広報イベント



	2月	3月	4月	5月	6月
①JAXA交信イベント STS-119、STS-127ミッション期間中に実施	△			△	
②軌道上記者会見 日本人記者との日本語による記者会見		△		△	
③おもしろ宇宙実験 (土曜日午前中実施) 選定公募10テーマ程度を実施予定			△	△	
④公募選定メディアイベント (NASAと実施時期調整中) テレビ局、科学館等とのリアルタイム交信イベント(双方向)					
⑤ドキュメンタリー番組制作 TV局2局によるドキュメンタリー番組制作・放映					
⑥青少年広報 雑誌、ウェブサイト特集等による応援メッセージの公募及び青少年向け雑誌・Webへの掲載					
⑦文字媒体広報(連載企画) 新聞、Webサイトに軌道上から定期的メッセージの発信					

注: 具体的な実施日は現在調整中。9

6. 若田宇宙飛行士のスペースシャトル搭乗 及び ISSでの長期滞在に向けた打上げ・運用の準備状況

- ◆ 本年2月12日打上げ予定の15Aフライトの打上げから5月15日打上げ予定の2J/Aフライトの着陸までのJAXAミッション※¹及び日本人宇宙飛行士長期滞在の準備状況を確認するために、2009年1月16日に「15A最終準備審査会」を開催し、最終準備が整っていることを確認した。

※¹ 2J/Aフライト中のJAXAミッションの準備状況は別途確認する予定。

- ◆ JAXAとして、若田宇宙飛行士の飛行にあたり、JAXA、NASA、ロシアの各々の責任範囲について、これまでの一連の審査会などを通じ、搭乗員安全の観点から必要な確認を実施。(詳細は別資料にて報告:資料番号 委3-1-2)

- ◆ NASAは、2月3日(米国時間)に開催された「シャトル/ISS 合同飛行準備完了審査(FRR)」にて、水素ガス加圧ライン流量調節弁(FCV)※²の健全性の確認のため、打上げを2月19日以降に延期。

※² 外部燃料タンクの液体水素を一定圧に加圧するために、メインエンジンの冷却・低圧燃料ターボポンプ駆動に使用された水素ガスを外部燃料タンクへ戻す経路に取付けられている。



15A搭乗宇宙飛行士



JAXA若田宇宙飛行士
(NASAジョンソン宇宙センターの訓練施設)



「きぼう」運用管制室(筑波宇宙センター)

JAXA利用実験 補足解説

①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)

1. 代表研究者 徳島大学 松本俊夫

2. 目的

骨粗鬆症の治療薬(ビスフォスフォネート)を用いて、長期宇宙飛行の骨量減少と尿路結石リスクを軽減させる。
本実験は、宇宙飛行の骨量減少に対する初の薬剤投与実験(日米共同研究)である。

3. 実験概要

ISS滞在中に毎週経口薬を服用するか、飛行前に静脈注射を1回行うかいずれかの方法で投薬する。
飛行前後に骨密度、骨代謝マーカ、および、尿路結石の検査を行い骨量減少と尿路結石リスクの予防効果を検討する。

4. 期待される成果

不動(宇宙飛行、寝たきり)や加齢に伴う骨量減少リスクを軽減。地上より短期間で薬剤効果を確かめられる。

5. 若田飛行士の作業

週1回錠剤を飲む。飛行前後に医学データを測定する。

宇宙飛行での骨量減少

(J Musculoskeletal Neuronal Interact 2000;1:157-160)

平均骨密度減少率 (%/月)

大腿骨 (n=18)	1.56 ± 0.99
腰椎 (n=18)	1.06 ± 0.63

最大減少2.5%/月
→骨量減少・骨折のリスク

カルシウムバランス(Ca摂取-排出)

(Am J Physiol 1999; 20: 208-218)

宇宙では-250mg /日のマイナスバランス
→尿路結石のリスク

ビスフォスフォネート

(特徴)

- ・ピロリン酸と類似構造
- ・骨吸収を抑制

(効果)

- ・骨密度を年間3~5%増加
- ・骨折発生率を低下

(課題)

- ・食道障害(30分間横になれない)
- ・低吸収率(30分間食事をとれない)

(a) ピロリン酸 (b) ビスホスホネート

Zoledronate静注による腰椎骨密度変化 (JBMR 19:1771, 2002)

時間 (週間)	Placebo (○)	4x0.25 mg (△)	4x0.5 mg (□)	2x2 mg (■)	1x4 mg (●)
0	0	0	0	0	0
3	0.5	1.5	1.2	1.0	0.8
6	1.0	2.5	2.2	2.0	1.8
9	1.5	3.0	2.8	2.5	2.2
12	2.0	3.5	3.2	3.0	2.8

↓

・利点: 骨量減少予防効果
・欠点: 消化器系の副作用

↓

経口薬の毎週投与、静注投与

1. 代表研究者 北海道大学 教授 古川 義純

2. 目的

微小重力下で氷の結晶を成長させ、なめらかな形をした円盤状結晶から凹凸ができる過程を解明する。

2. 実験概要

溶液結晶化観察装置(SCOF)を使用し、結晶の形状や成長速度、結晶周辺の局所的な温度変化を詳細に調べる。

3. 期待される成果

結晶成長のメカニズムを解明することで、氷点下の環境で暮らす動植物の生体反応の解明や生きた臓器の保存や冷凍食品の品質保持技術の向上、海氷の生成・消滅や南極の氷床の生成などの自然現象の起こる仕組みの解明などへの応用が期待できる。

4. 若田飛行士の活動

実験支援機器(微小重力環境計測など)の起動や実験終了後の実験供試体の取り外しなどを行う。(実験自体は地上からのコマンドにより実施)

過程1:円盤成長



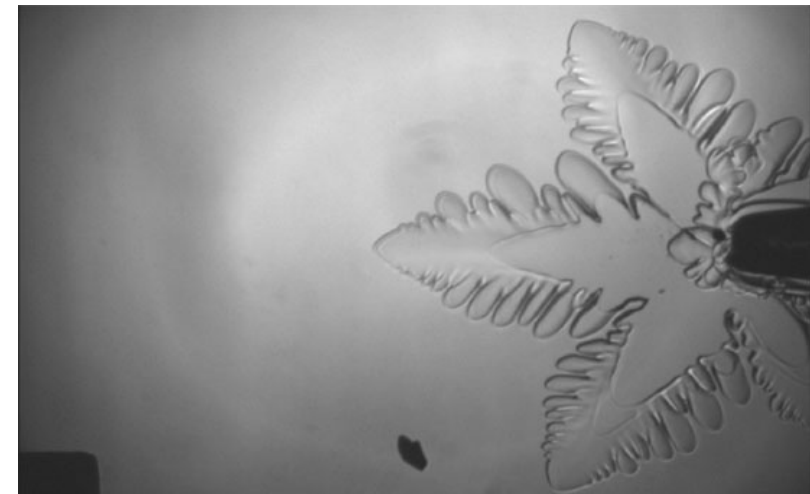
形態不安定発生



過程2:樹枝状成長



氷の結晶成長過程



「きぼう」での結晶成長実験

③生物の形態形成における重力影響 (両生類培養細胞による細胞分化と形態形成の調節)

1. 代表研究者

東京大学 副学長・理事 浅島 誠

2. 実験の目的

組織形成と遺伝子の働きを重力環境と微小重力環境で比較することで、生物の組織形成における重力の影響について手がかりを得る。

3. 実験概要

腎臓由来細胞と比較用の肝臓由来細胞を15Aフライトで打ち上げ、「きぼう」内の細胞培養実験装置に移し、微小重力と人工重力(1G)の状態ですべて10日間培養する。

ドーム形成の状態についてクリーンベンチの顕微鏡観察を行った後、サンプルを薬剤処理して、冷凍冷蔵庫に保管し、2J/Aで実験サンプルを回収。

回収後は、遺伝子の働きや、ドーム形成に関わる遺伝子群に違いがあるかどうかを分析する。

4. 期待される成果

アフリカツメガエルの腎臓由来細胞は、地上の重力環境では盛り上がったドーム構造を作るが、地上で微小重力状態を模擬した試験では形成せず、働きが活性化する遺伝子、抑制される遺伝子があることがわかってきた。

本実験の結果、生物が宇宙で生き、世代交代をする時代に向けて、生物の発生、分化、形態形成が宇宙でも正常に起こるのか、地球上では眠っていた遺伝子が宇宙環境において活性化されるのかなど、生命現象と重力との関係について理解が進む。

将来的には、組織の形成メカニズムの理解が進むことで、臓器再生の実現に貢献することが期待される。

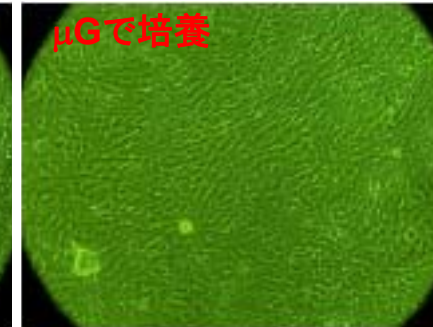
5. 若田飛行士の作業

15Aフライト2日目 : 時間変化の比較用サンプルをシャトル内で薬剤処理。

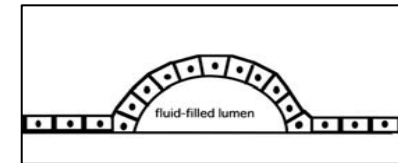
15Aフライト4日目 : サンプルを「きぼう」内の細胞培養実験装置に移し、実験を開始。

平成21年2月下旬 : クリーンベンチの顕微鏡観察を行った後、サンプルを薬剤処理して、冷凍冷蔵庫に保管。

平成21年5月 : 2J/Aで実験サンプルを回収。



アフリカツメガエル腎臓由来の細胞を通常の重力条件下(1G)と模擬微小重力条件下(μ G)とで培養した際の形態比較。赤い丸で囲んだ部分がドーム状の構造体。



ドーム構造体の模式図



細胞実験ユニット

④軌道上遠隔医療の技術検証 (軌道上における簡易型生体機能モニターの検証)

1. 代表研究者

JAXA宇宙医学生物学研究室 室長 向井千秋

2. 目的

ホルター心電計とHDTVカメラの実用性を検証し、軌道上の遠隔医療の充実を図る。

3. 実験概要

ISSに長期宇宙滞在する宇宙飛行士の24時間連続心電波形をホルター心電計で記録し、データをダウンロードさせる。さらに、HDTVカメラを用いて電極装着部位確認と、電極取り外し後の皮膚遠隔診断を試みる。

(データ取得)

飛行前1回、飛行中2回、飛行後1回

4. 期待される成果

循環機能や皮膚の遠隔診断技術を向上させ、遠隔地での医療や在宅医療の充実に役立つ。

5. 若田飛行士の作業

ホルター心電計で24時間心電図を記録する。HDTVカメラで電極装着部の皮膚を撮像する。

デジタルホルター心電計

(フクダ電子製FM-180)

- ・小型 (65 (W)×18 (D)×62 (H)mm)
- ・軽量 (78g)、耐水性、易操作性
- ・PCでデータ送信可
- ・自動解析ソフトで、虚血性変化、不整脈、自律神経機能評価が可能



HDTVカメラ

(キャノン製、XH-G1)

- ・10Aフライトで搭載済み
- ・画素数3CCD
- ・最小照度0.4ルクス
- ・約2.3kg (本体のみ)
- ・16.3×18.9×35.0cm
- ・消費電力:約7.1W



使用器材

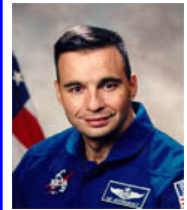


軌道上から地上へ医学データをダウンロード

Back-up

若田飛行士と飛行・滞在する宇宙飛行士

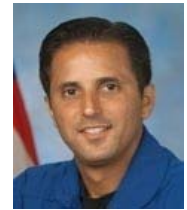
15A搭乗宇宙飛行士



船長
Lee Archambault



パイロット
Dominic Antonelli



MS1/EV3
Joseph Acaba



MS2/EV1
Steven Swanson



MS3/EV2
Richard Arnold



MS4
John Phillips



MS5 (Up) ※1
若田 光一



MS5 (Down)
Sandra Magnus

第18次長期滞在飛行士(2008年10月～2009年4月)



ISS 船長
Mike Fincke



FE-1
Yuri Lonchakov



FE-2 ※2
若田 光一

第19次長期滞在宇宙飛行士(2009年3月～5月)



ISS船長
Gennady Padalka



FE-1
Michael Barratt



FE-2
若田 光一

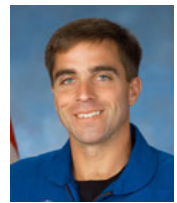
2J/A搭乗宇宙飛行士



船長
Mark Polansky



パイロット
Douglas Hurley



MS1
Chris Cassidy



MS2
Julie Payette



MS3
Thomas Marshburn



MS4
David Wolf



MS5 (Up)
Timothy Kopra



MS5 (Down)
若田 光一

※1:搭乗運用技術者、※2:フライトエンジニア

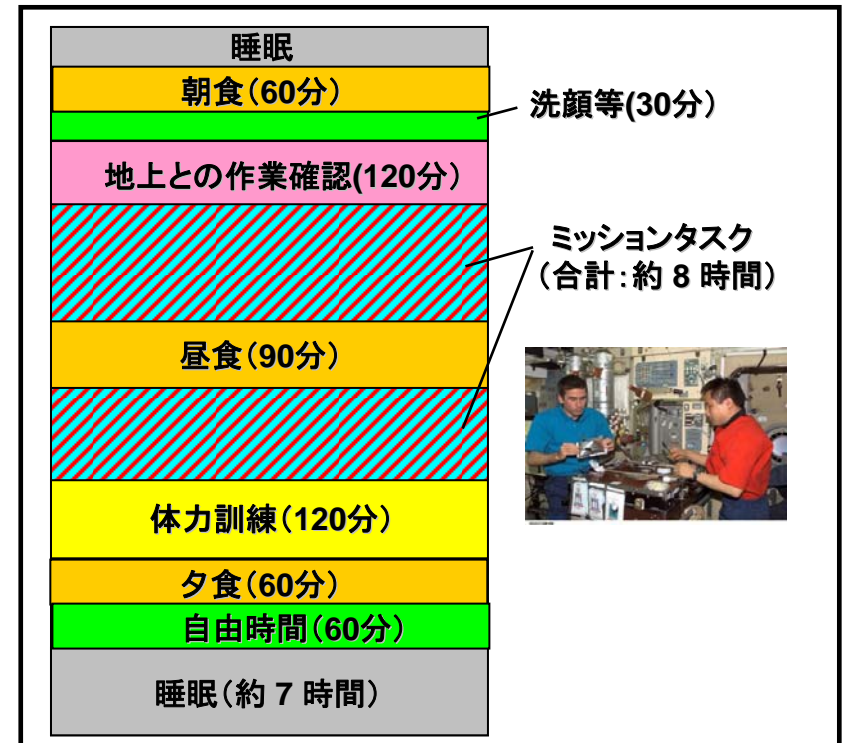
ISSでの活動スケジュール

ISSでの1週間の活動スケジュール(例)

日	月～金	土
休み	右記参照	午前: ボランティア サイエンス※ 午後: 休み

※軌道上の科学実験や教育などを補完する活動で、その実施はすべてクルーの自由意志による。

ISSでの平日の活動スケジュール(例)

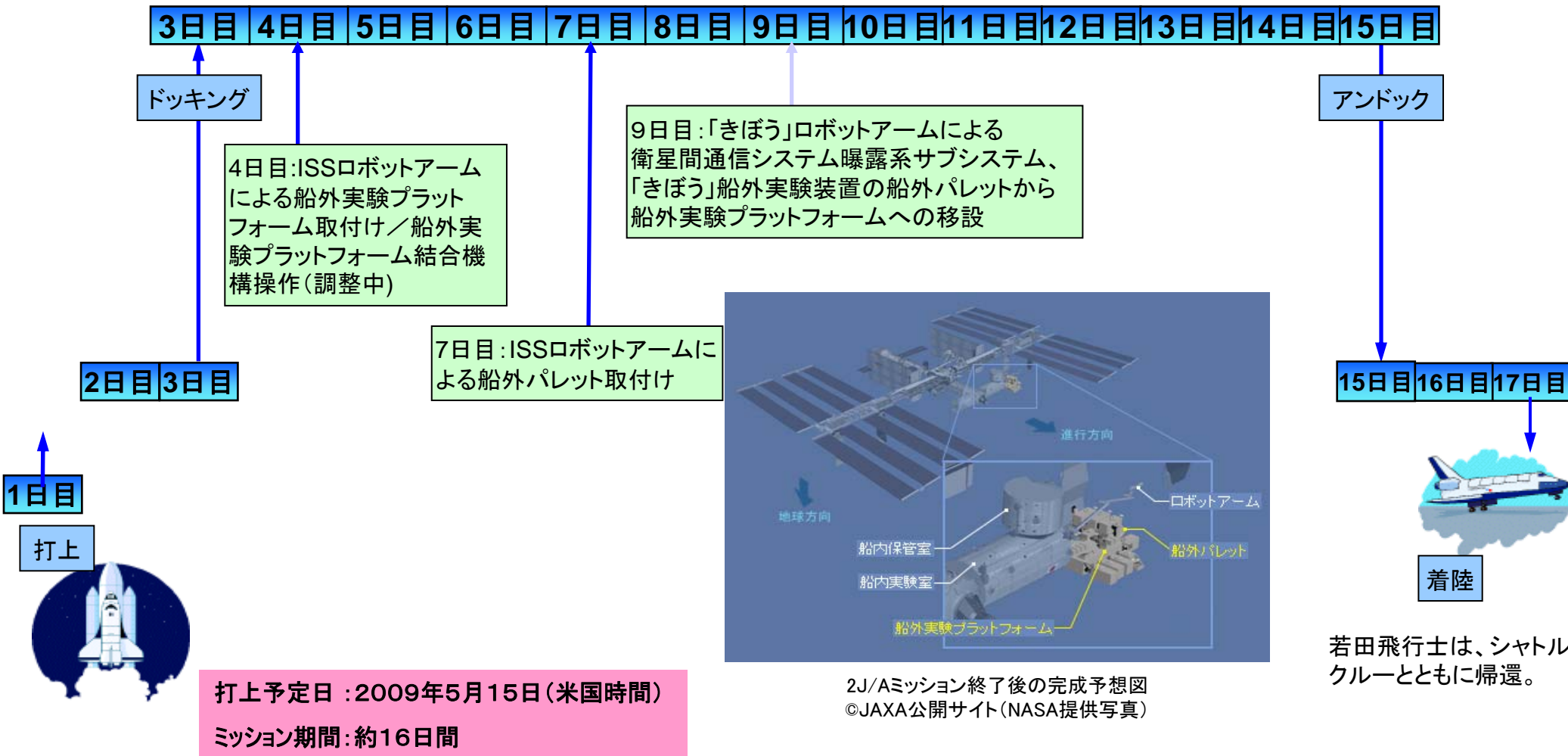


2J/Aフライトでの若田宇宙飛行士の主な任務

(若田宇宙飛行士の帰還フライト)



ISS組立(船外実験プラットフォーム、船外パレット)に係るロボットアーム操作

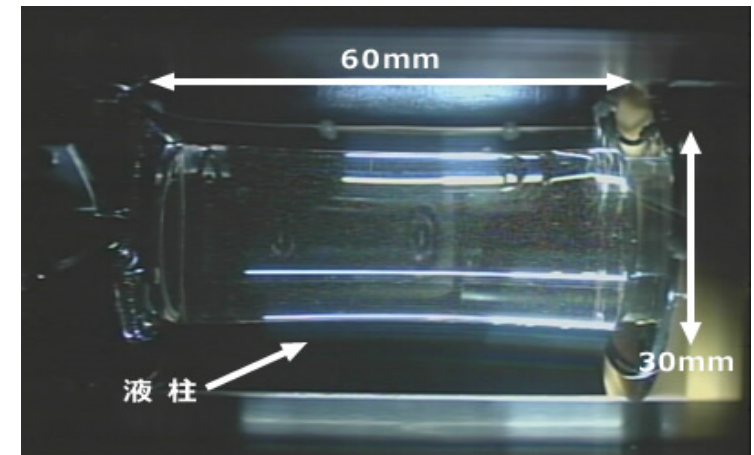


現在までの「きぼう」利用状況

- 2008年3月、船内保管室に細胞実験ラック及び流体実験ラックを搭載して打上げ。
- 2008年6月に打ち上げられた船内実験室に、ラックを移設。
- 2008年7月から実験装置の検証を開始し、設計どおりに機能していることを確認。
- 2008年8月から「きぼう」の本格的な利用を開始。
 - ◆最初の科学実験となったマランゴニ対流実験(全5シリーズ)については、8月22日から10月17日まで第1シリーズの実験を実施。9月27日には60mmの大型液柱形成に成功し、対流のパターンが変化するデータを高精度に取得。
 - ◆文化・人文社会科学分野パイロットミッションとして、5つの芸術利用を実施。作品(粘土のひとがた、墨流し絵、ハイビジョン映像)を11月のシャトルミッション(STS-126)で回収。
 - ◆氷の結晶成長実験を12月2日から開始。5月頃まで継続。
 - ◆最初の有償利用としてロッテ・キシリトールミッションを実施し、映像素材を取得。



クリーンベンチの組立作業



60mmの大型液柱形成