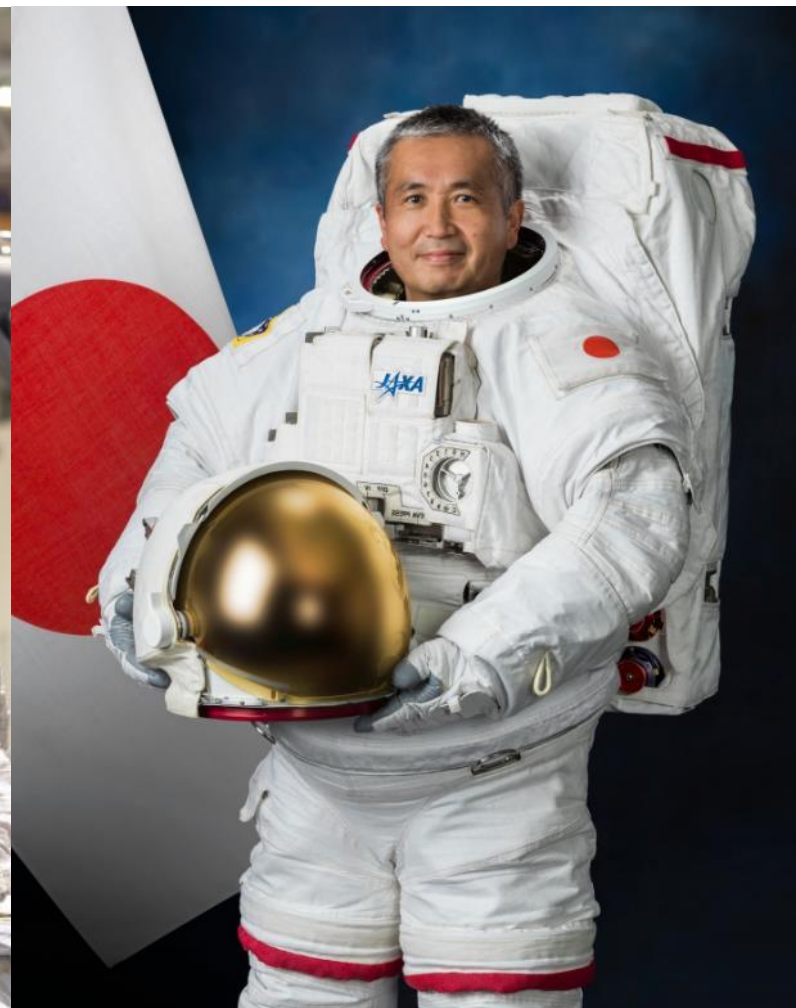




説明資料

国際宇宙ステーションにおける若田光一宇宙飛行士の船外活動について

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

有人宇宙技術部門

A改訂: 2023年1月20日

NC: 2023年1月18日



- ① 若田光一宇宙飛行士の船外活動の計画概要
- ② 作業概要
- ③ 日本人宇宙飛行士船外活動実績
- ④ 参考資料及び付録

- 予定日時: 2023年1月20日22:15(日本時間)開始
(作業時間※¹は 6時間30分の予定)
- 実施宇宙飛行士:
若田光一宇宙飛行士(EV1※²)(今回が自身初の船外活動)
ニコール・マン宇宙飛行士(EV2)(今回が自身初の船外活動)



若田光一宇宙飛行士
(EV1※²)



ニコール・マン宇宙飛行士
(EV2)

- 作業概要:
新型太陽電池アレイの架台取付け※³
 - 新型太陽電池アレイ(IROSA: : ISS Roll-Out Solar Array)の架台を、既存の1Aチャンネルの太陽電池アレイの根本部分に取り付けます。
 - 2000年の最初の設置以降、15年の設計寿命を超えて運用され、劣化による出力低下が見られる既存の太陽電池アレイを補完するためにNASAがこれまで設置を進めてきたもので、2023年中に8箇所あるアレイのうち6箇所で設置が完了する予定です。
 - 6つの新型太陽電池アレイの設置により、合計出力が現在の最大160kWから最大215kWに増強されます。これにより、現在2030年までを予定しているISS運用期間において安定して電力を確保できるようになります。なお、将来の需要拡大への対応や異常発生時の更なる余裕確保のため、今後残りの2箇所にも設置される予定です。

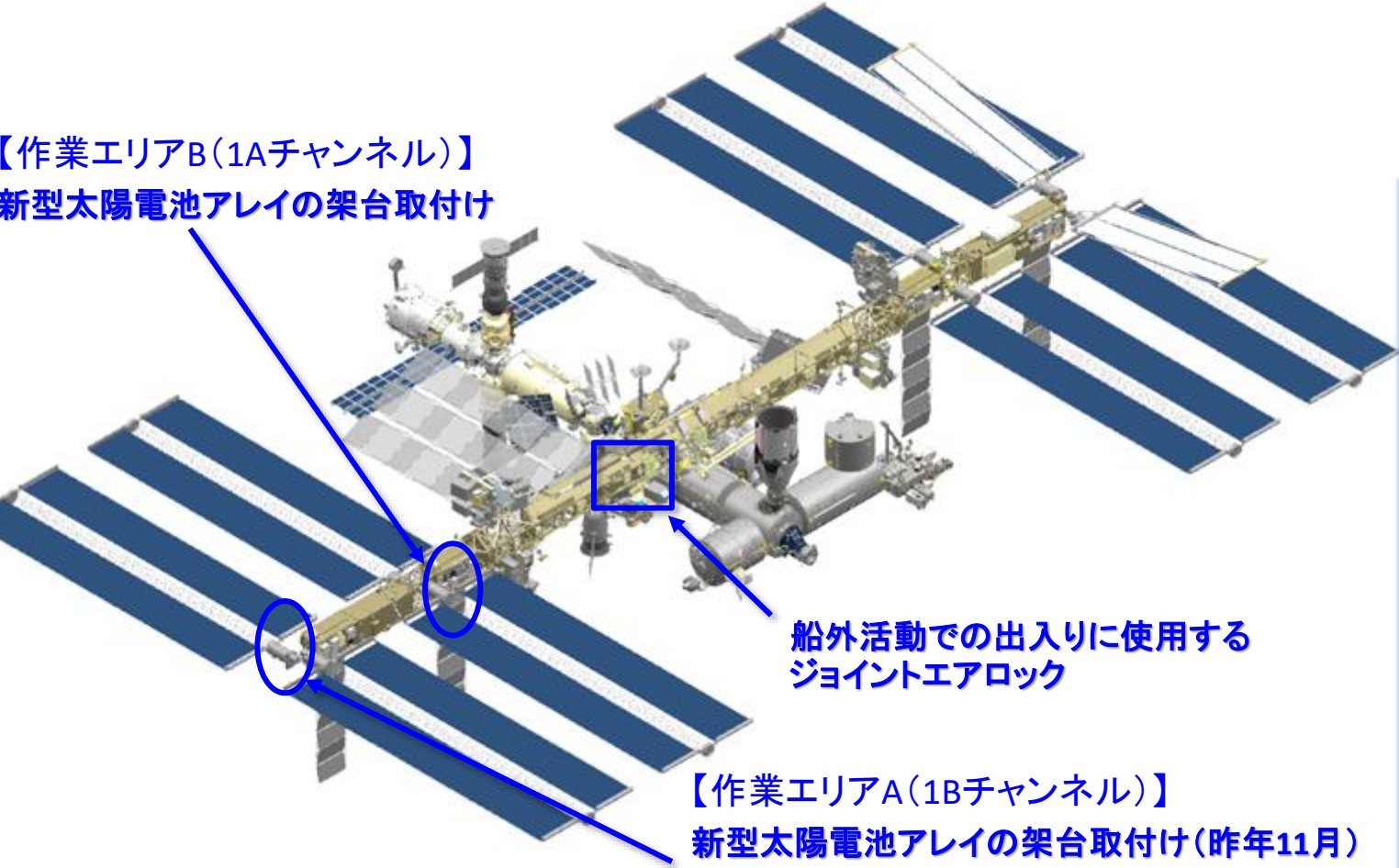
注: 上記は2023年1月18日時点での計画であり今後変更の可能性があります。

※¹ 船外服への電源切替タイミング(ISS⇄内蔵バッテリー)でカウント

※² EV1は作業をリードする役割。EV2と識別するため、船外服の太もも部分等に赤い線が付いている。

※³ 前回EVA(1B架台取付け)からの続き作業(ボルト締結、断熱材取付)含む

【作業エリアB(1Aチャンネル)】
新型太陽電池アレイの架台取付け

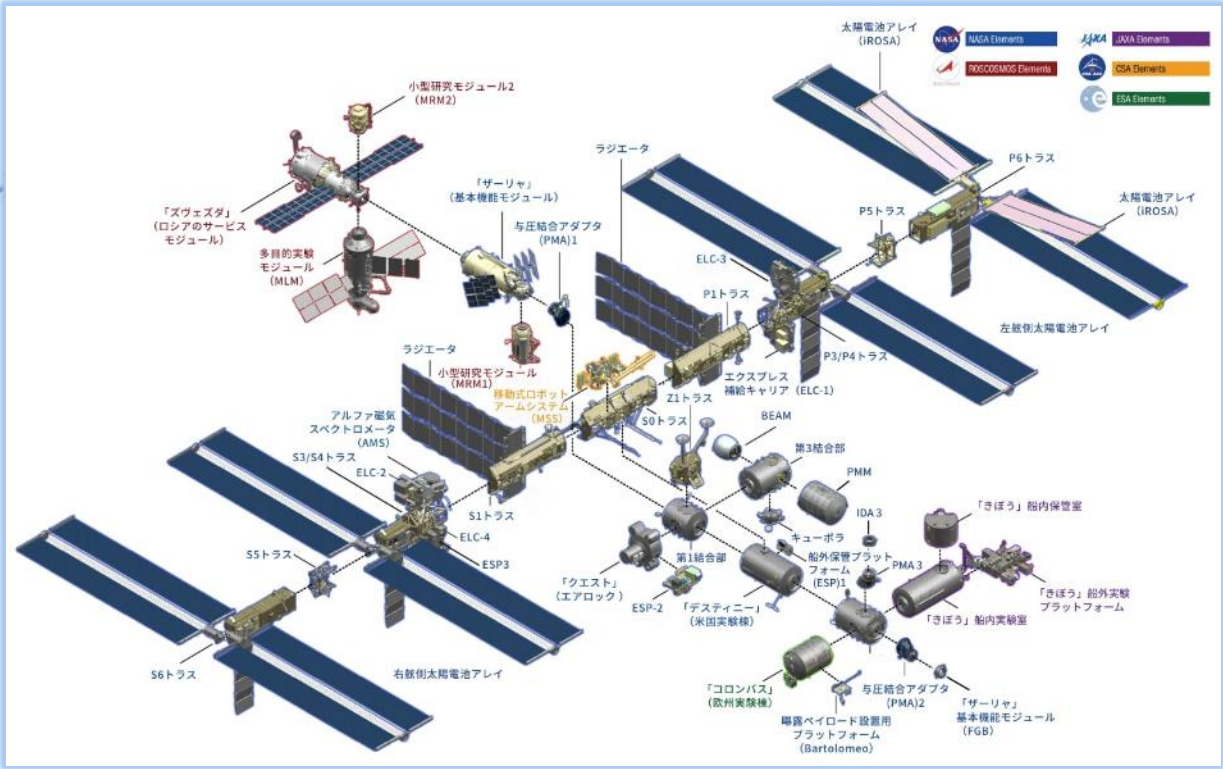


船外活動での出入りに使用する
ジョイントエアロック

【作業エリアA(1Bチャンネル)】
新型太陽電池アレイの架台取付け(昨年11月)
後のボルト締結、断熱材取付及び直流変圧器
ジャンパーケーブル設置

計 6時間30分予定

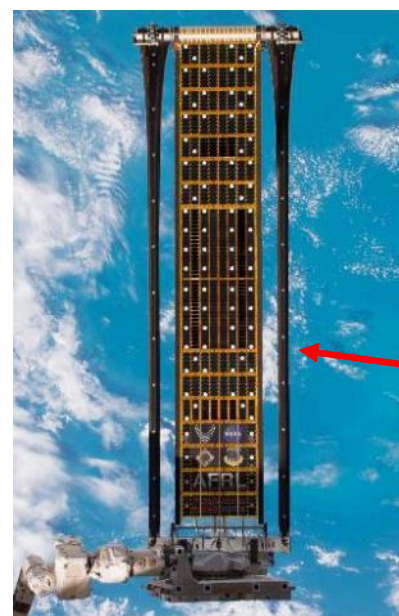
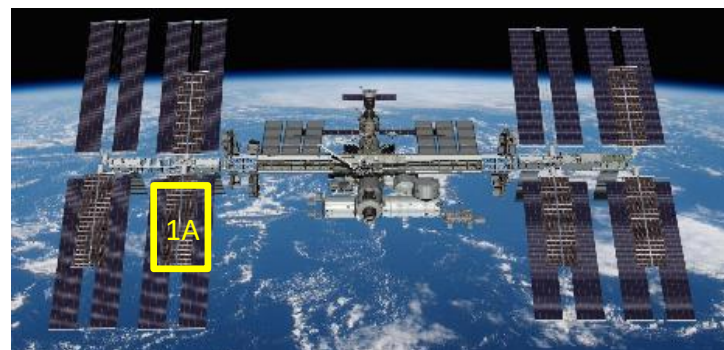
若田光一宇宙飛行士 (EV1)	ニコール・マン宇宙飛行士 (EV2)
エアロック減圧後作業/エアロック退出	
ワークサイトセットアップ	ワークサイトセットアップ
新型太陽電池アレイ用架台取付後ボルト締結【作業エリアA】	新型太陽電池アレイ用架台取付け及びケーブル敷設【作業エリアB】
新型太陽電池アレイ用架台取付け及びケーブル敷設【作業エリアB】	ワークサイト片付け
ワークサイト片付け	直流変圧器 (S6 DDCU) ジャンパーケーブル設置【作業エリアA】
エアロック入室/エアロック加圧前作業	エアロック入室/エアロック加圧前作業
船外活動終了	



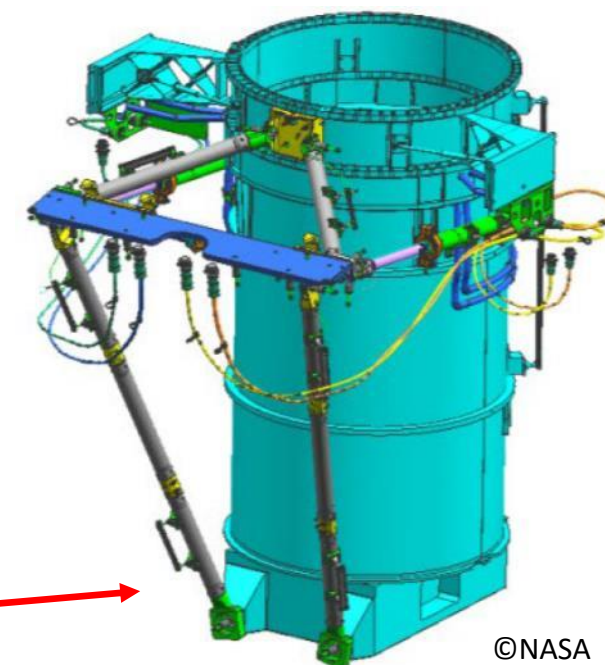
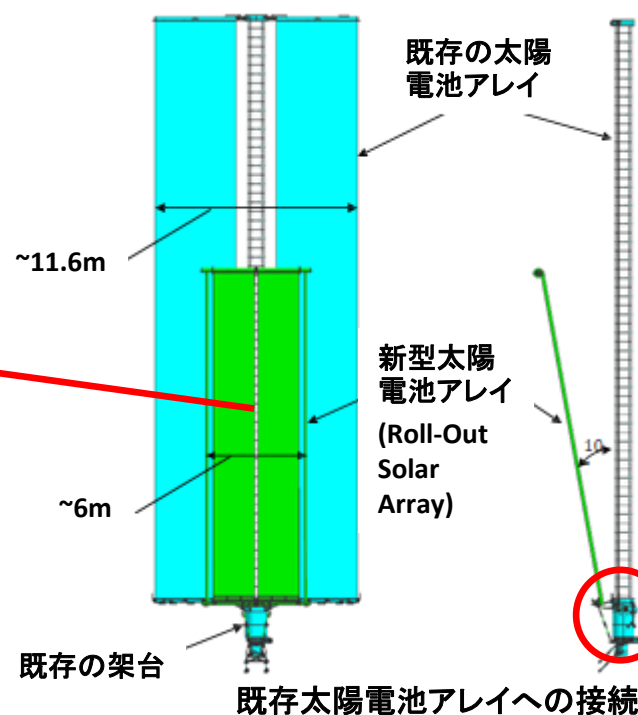
(参考)ISSの構成

(参考: NASA提供)
U.S. Spacewalk 84 Animation - January 20, 2023
<https://www.youtube.com/watch?v=P1OuYsjEUIA>

- 今後の新型太陽電池アレイの設置に向けた準備として、1Aチャンネルの太陽電池アレイのジンバル基部に架台を取り付ける。
- ・ 新たに設置されるISSのソーラーアレイ(IROSA)は、2017年の6月にISSでソーラーアレイ展開の機械的能力の実証試験を実施したロールアウトソーラーアレイ(ROSA: Roll-Out Solar Array)をより大型にしたもの。
- ・ 将来的にはISSの8チャンネル全ての電源にIROSAが取り付けられる予定。当面は6チャンネルの取り付けを実施。今回の船外活動では、SpX-28にて打上げ予定の2式のIROSAのうち1式の1Aチャンネルへの取り付け準備をする。

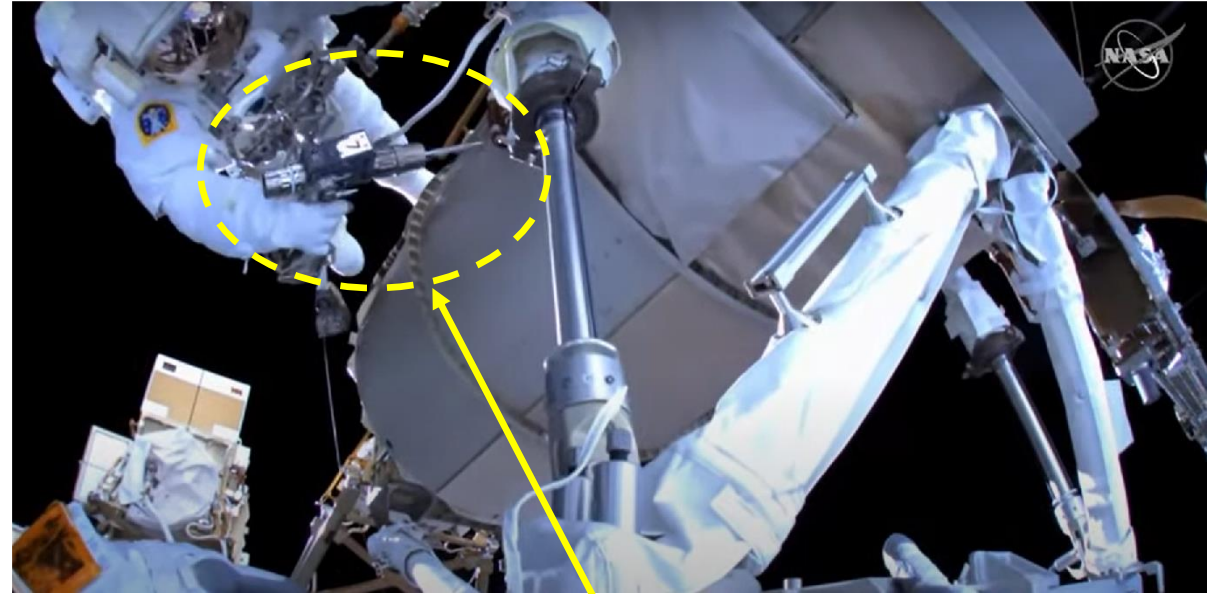


新型太陽電池アレイ

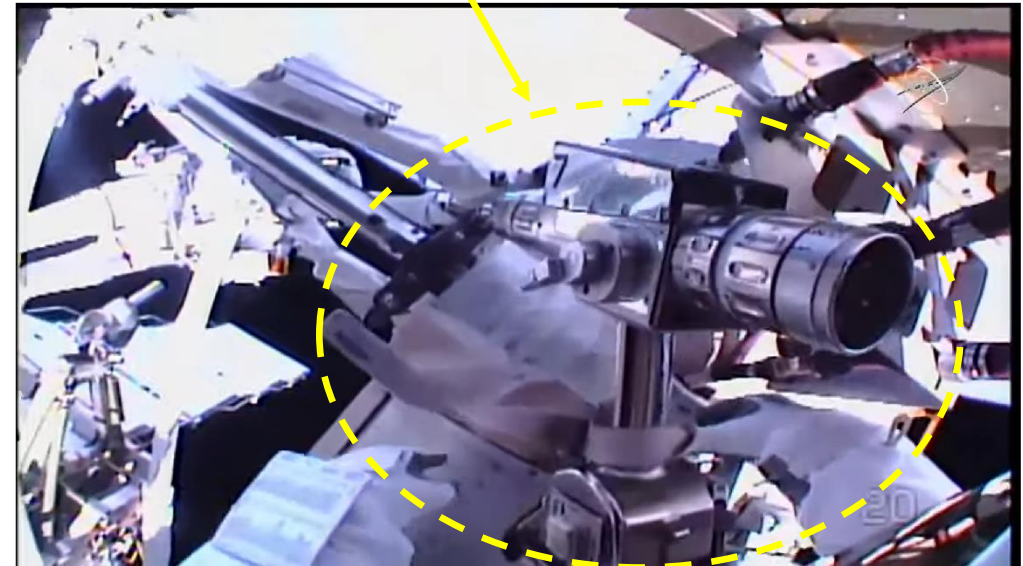
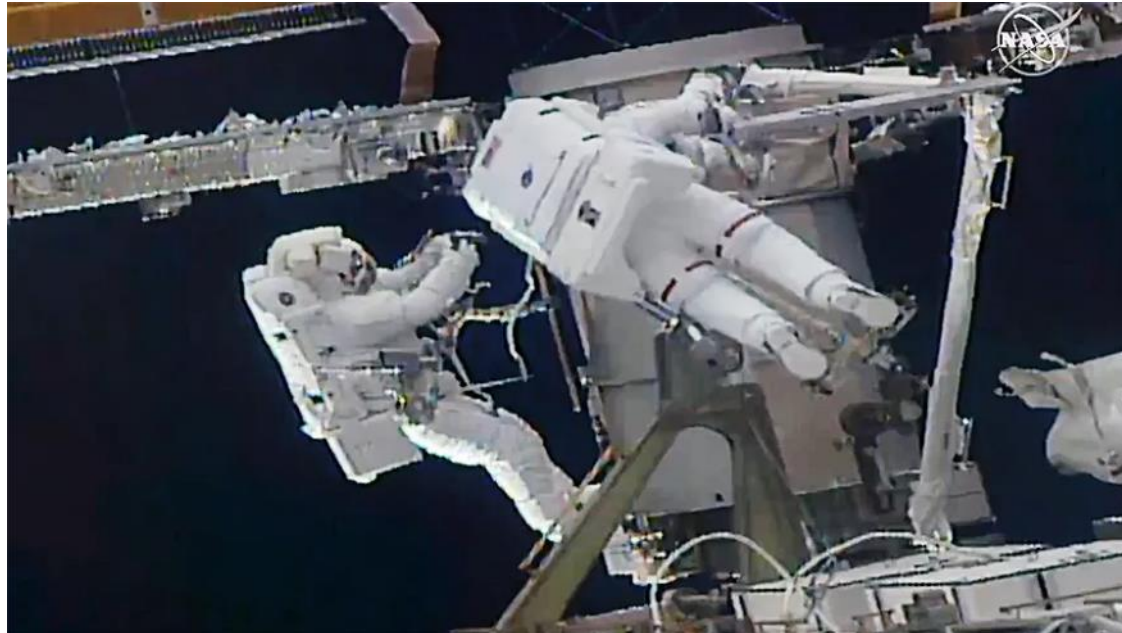


©NASA

ジンバル部マストキャニスタへの架台取付け



PGT (Pistol Grip Tool: ピストル型のバッテリー駆動電動工具) でのボルト締結



- 当日に時間的余裕ができた場合、以下の候補リストの中から追加の作業が選択・実施される可能性があります。

Get Aheads 候補タスク(上から優先度の高い作業を示す)

- ◆ 1Bケーブル敷設作業(11月のEVAでの残作業)
- ◆ 特殊目的ロボットアーム(SPDM)取付型ロボティクス把持機構(RMCT)回収作業
- ◆ 直流変圧器(S4 DDCU)ジャンパーケーブルの設置
- ◆ 1A電源系統の制御機器ORU*をロボティクス運用で取り外せるようにボルトを緩めておく
- ◆ P1トラスのフレックス・ホース・ロータリー・カプラー(Flex Hose Rotary Coupler: FHRC)の打上げ支柱(Launch Struts)の取り外し

* ORU(Orbital Replacement Unit): 軌道上交換ユニットは、船内/船外活動により、軌道上で交換が可能のように設計された、宇宙機のシステムを構成する機器や実験装置の構成品のうち、交換可能な最小単位の機器の総称。

なお、船外活動のタスクが変更となったりした場合でも、打上げ前にNASAの訓練設備(NBL)にて一般的な船外活動に関わる訓練を行っている他、実際に実施する船外活動の内容が確定した後、地上から手順書がアップリンクされ、地上管制官と宇宙飛行士で船外活動の作業内容の確認(読み合わせ)を行っています。

宇宙飛行士	実施日	活動時間	実施内容
星出宇宙飛行士	2021/9/12	6:54	・ 新型太陽電池アレイの架台取付け(4A)
野口宇宙飛行士	2021/3/5	6:56	・ 新型太陽電池アレイの架台取付け(2B, 4B)
金井宇宙飛行士	2018/2/16	5:57	・ ペイロード/軌道上交換ユニット把持装置(POA)用把持手の交換及び船内回収 ・ SSRMSの把持手へ潤滑剤塗布 ・ 「デクスター」(特殊目的ロボットアーム)用ツールの設置
星出宇宙飛行士	2012/11/1	6:38	・ 太陽電池パドル熱制御システム(Photovoltaic Thermal Control System : PVTCS)のラジエータ切り替えおよび展開 ・ 太陽電池パドル回転機構(Solar Alpha Rotary Joint : SARJ)における外側レースリングの潤滑剤目視確認
星出宇宙飛行士	2012/9/5	6:28	・ 電力切替装置(Main Bus Switching Unit: MBSU)のボルトとボルトを受ける支柱の清掃・潤滑およびボルトの締結によりMBSUの取り付け ・ ISSのロボットアーム(Space Station Remote Manipulator System : SSRMS)の故障したカメラ・照明装置(Camera Light Pan/Tilt Assembly : CLPA)の交換
星出宇宙飛行士	2012/8/30	8:17	・ SOトラスの故障した電力切替装置(Main Bus Switching Unit : MBSU)の交換 ・ ロシアの多目的研究モジュール(MLM)の運用に備えた電源ケーブルの敷設
野口宇宙飛行士	2005/8/3	6:01	・ 船外保管プラットフォーム2(ESP-2)の取り付け ・ ESP-2の軌道上取り外し可能型グラブルフィクスチャの取外し ・ 材料曝露実験装置設置 ・ 詰め物 (gap fillers)の除去
野口宇宙飛行士	2005/8/1	7:14	・ ISS姿勢制御ジャイロ1(CMG-1)交換
野口宇宙飛行士	2005/7/30	6:50	・ 熱防護システム修理技術実証実験 ・ ESP取付装置(ESPAD)取り付け ・ CMF-2復帰 ・ 材料曝露実験装置回収
土井宇宙飛行士	1997/12/3	4:59	・ 小型ORUのクレーン取付けの検証実験など
土井宇宙飛行士	1997/11/25	7:43	・ スパルタン衛星の回収 ・ 国際宇宙ステーション建設時に使用するクレーンなどの機器の検証作業

若田宇宙飛行士は今回自身初の船外活動実施となる。

3A(設置済)

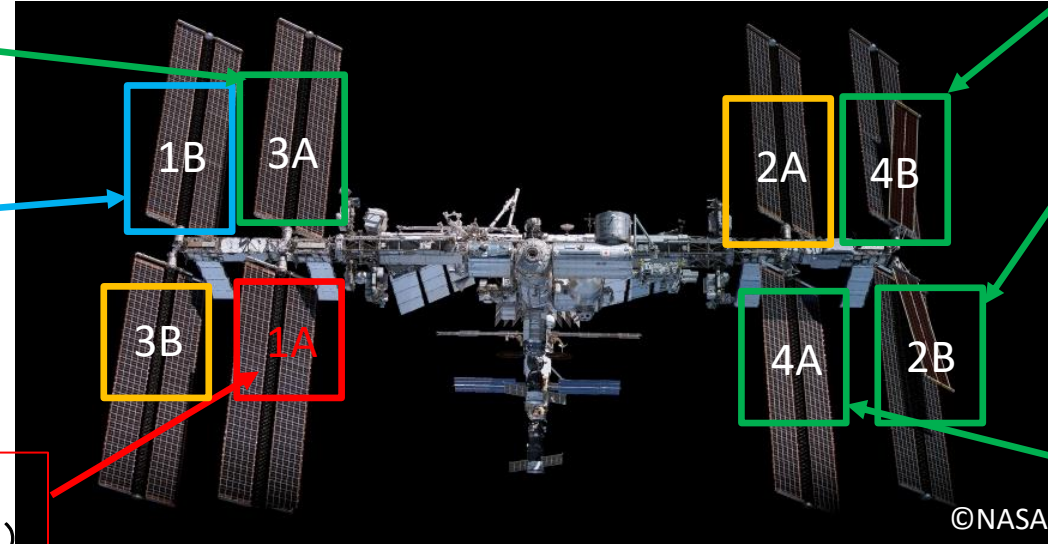
架台: ケイラ・バロン飛行士/
ラジャ・チャリ飛行士(22年3月)
本体: ジョシュ・カサダ飛行士/
フランク・ルビオ飛行士(22年12月)

1B(架台のみ設置済)

架台: ジョシュ・カサダ飛行士/
フランク・ルビオ飛行士(22年11月)
本体: 2023年6月頃予定

1A(今回実施※)

架台: 若田飛行士/ニコール・マン飛行士(23年1月)
本体: 2023年6月頃予定



将来設置予定であるが時期未定

4B(設置済)

架台: 野口飛行士/ケイト・ルービンス飛行士(21年3月)
本体: トマ・ペスケ飛行士/シェーン・キンブロー飛行士
(21年6月)

2B(設置済)

架台: ケイト・ルービンス飛行士/
ビクター・グローバー飛行士(21年3月)
野口飛行士/ケイト・ルービンス飛行士(21年3月)
本体: トマ・ペスケ飛行士/シェーン・キンブロー飛行士
(21年6月)

4A(設置済)

架台: 星出飛行士/トマ・ペスケ飛行士(21年9月)
本体: ジョシュ・カサダ飛行士/
フランク・ルビオ飛行士(22年12月)

※ 昨年11月の1Bの架台取付けの残りの作業として、ボルト締結も併せて実施予定

- ISSの米国側は計8基の太陽電池アレイを装備。8つで最大160キロワットを発電可能。これにより各種システムや実験装置などの機器に電力を供給。
- 耐用年数は15年の設計(最も古い太陽電池アレイは2000年12月設置、最後は2009年3月設置)。まだ十分機能しているものの劣化の傾向が見られるため当面6基の新型太陽電池アレイ(IROSA)を導入し、今後の運用に向け電力の増強を図る計画。
- IROSAは19m×6m(既存アレイは35.5m×11.6m)あり、各20キロワット、6つで120キロワット以上を発電。
- 6基が設置されるとその投影による既存アレイの発生電力低下を考慮しても合計で最大215kWが得られると見込まれている。
- IROSAは、ドラゴン補給船のトランクに2基ずつ搭載してISSに運ばれる。
- 新型太陽電池アレイ(IROSA)は、架台と本体の設置にそれぞれ1回ずつの船外活動が必要。
- 合計8つある電力システムのうち、現在計画されているIROSAの設置スケジュールは以下の通り。
 - ・ 2B系, 3A系, 4B系, 4A系 架台/本体共に設置完了
 - ・ 1A系 架台設置: 今回実施 本体設置: 2023年6月頃予定
 - ・ 1B系 架台設置: 2022年11月実施済み 本体設置: 2023年6月頃予定

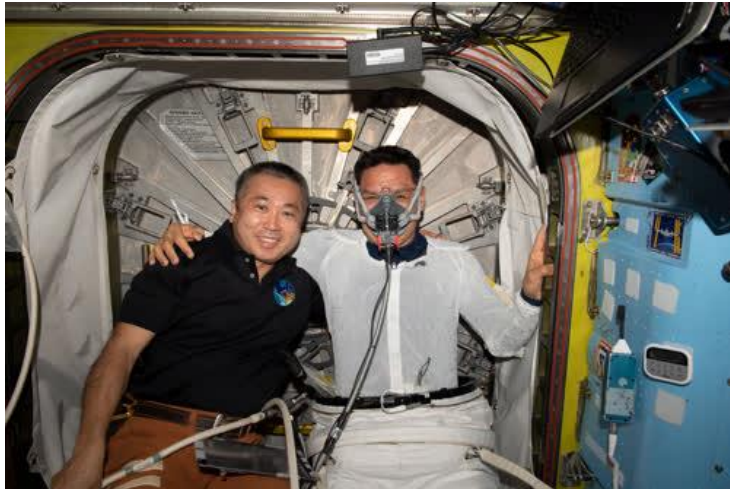
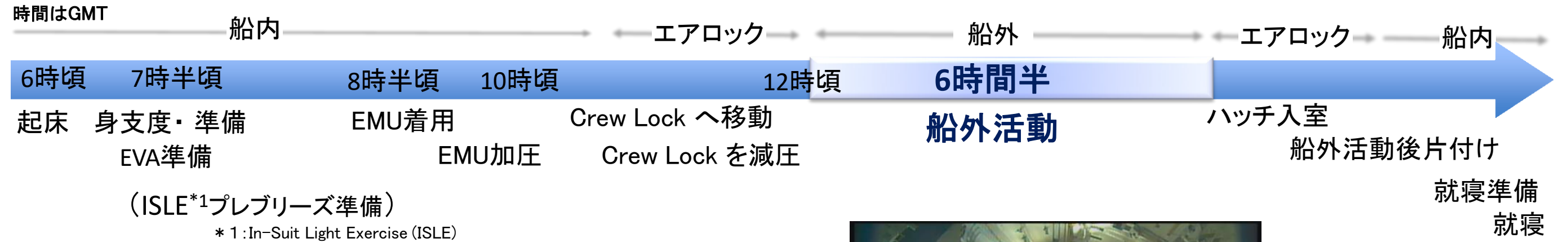
船外活動

アサイン前に
NBL(Neutral Buoyancy
Laboratory)での基礎
訓練を終了



アサイン後に
一定のメンテナンス訓練および
ミッション固有のNBL訓練を実施・・・計15回程度
(今回の船外活動向けNBL訓練も実施済)



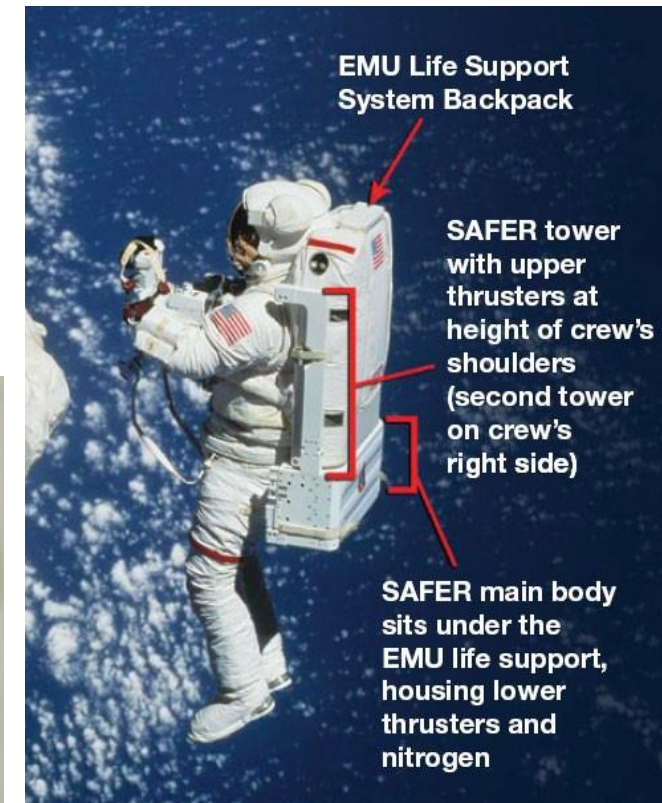


ISLEプレブリーズと減圧症

- 船外服(EMU)内の気圧は、0.3気圧に保たれています。低い気圧に体を慣らし、船外活動当日は、時間をかけて100%の酸素を吸ったり、軽く運動したり、体の中から窒素を抜いていくことにより、減圧症を予防します。(前頁参照)
- ISLE(In-Suit Light Exercise)プレブリーズは、船外服を着た状態で軽く手足を動かし、低圧に体を慣らしていく方法です。その手順は下記の通りです。
 - ① 100%の酸素を吸いながら、血中から窒素を追い出す。
 - ② エアロックの気圧を(0.7気圧程度まで)下げ、酸素を吸い続ける
 - ③ EMUを着用し、エアロックを1気圧に加圧し、一定時間軽い運動をし、その後休息する。

安全テザーとSAFER

- 宇宙では、重力で船から落ちることはなくても、確実に固定しておかないと、ふらふら船から離れて行ってしまうことはあります。そのため、船外活動中は、必ず体を安全テザー(命綱)で、ISSのどこか(ハンドレール等)に固定します。
船外活動では作業をするために移動するので、テザーが自分や相手に絡まらないように、また自由に動けかつ確実にISSに固定されているために、どこにどのようにテザーをハンドレールに取り付けていくかが、とても重要になります。
- 万が一、テザーが外れてしまうようなことがあった場合でも確実にISSに戻ってこられるように、SAFERという推進剤を積んだバックパックも背負って、船外活動を行います。(SAFERは、本当に必要な時に使えるよう、非常時にしか使用しません。)



船外服(EMU)

- 船外時は、EMUと呼ばれる船外服を着用して、船外に出ます。
(ロシアのクルーは、オーランという船外服を着用)
過酷な宇宙環境から宇宙飛行士を保護し、生命を維持する装置がついています。
上部、下部、ヘルメット、手袋など各パーツは取外し可。
一人で着用することはできず、サポートが必要です。

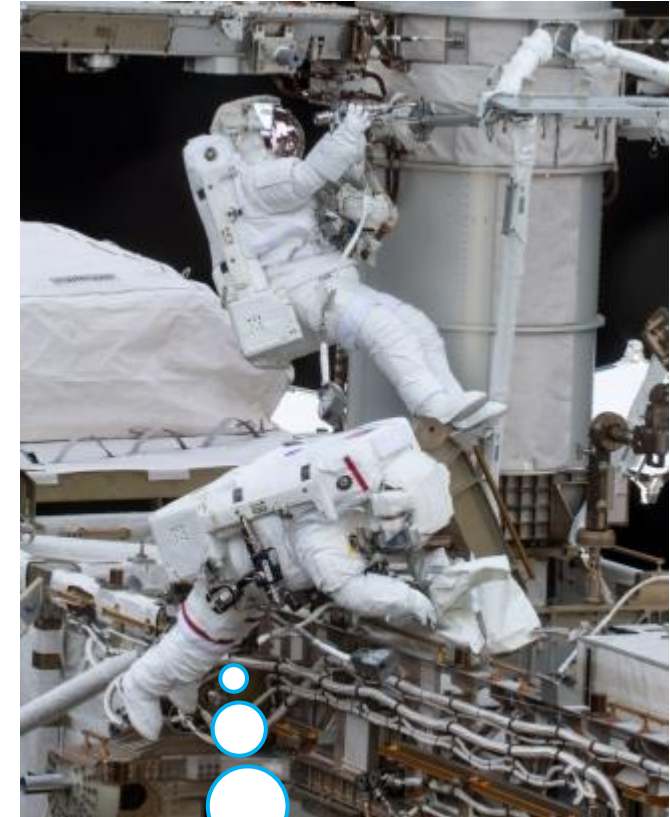
冷却下着(船外服
内に着用する)姿の →
星出飛行士、ウィリ
アムズ飛行士



← 飲料パック(EVA中に飲む水
を入れておくバッグ

胸部には、船外活動で使うツール →
を吊り下げます

文字は、鏡で見るため、反対に書か
れています



＜EV1とEV2の見分け方＞
EV1のEMUには、太腿部分及び
生命維持装置に赤のラインが
入っています

P1 左から

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=43e6cf7e82f2a3da1c1e47648273f029>

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=cec6c28df6aa3b387aa02f84699b4c81>

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=c19e00ad43672f0e65ed0e0dda8436f3>

P3 左から

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=d5ea1e3911a987d2af3aec2e7507bd7e>

https://images.nasa.gov/details-jsc2018e067637_alt

P4 右

<https://humans-in-space.jaxa.jp/iss/about/config/>

P6

NASA TV画面キャプチャ

<https://www.nasa.gov/multimedia/nasatv/index.html#public>

P9

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=a14d2775abc674d049b454b81b5ca70f>

P10 左から

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=ae955babea2b7b42896145953d2db869>

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=906787d4a1e98cca96f8b090de18e322>

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=99ed6375ce4216ec293a2fb67a63c694>

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=c19e00ad43672f0e65ed0e0dda8436f3>

P11 左から(上下のものは上から)

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=e30deb87ba56fd27d241be68e7d5d73a>

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=4c7ac123bca66b6ba53762a4dd70ddbd>

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=0d915fb6cca8b3b34f8021fa141d2079>

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=525fa8736b7e2606b6e148af99e4b21b>

P13 左から

https://www.nasa.gov/audience/foreducators/spacesuits/home/clickable_suit_nf.html

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=151d71ff5173c3e5ade51b51b1429c7c>

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=7529403f563fdcd40cad6e73a3473868>

<https://jda.jaxa.jp/result.php?lang=j&id=5debc947b7db72944ced02fa1defa951>