

大西卓哉宇宙飛行士(第48次/49次長期滞在クルー)ミッション概要
及びソユーズ宇宙船(47S/MS-01)打上げ時取材に関する説明会

ソユーズ宇宙船(47S/MS-01)の飛行概要

2016年5月27日(金)

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 宇宙飛行士運用技術ユニット

1. ソユーズ宇宙船

(1) 概要

(2) 構成

(3) 主要諸元

2. ソユーズロケット

(1) 構成

(2) 主要諸元

3. バイコヌール宇宙基地

(1) 位置

(2) 基地内

(3) 第1射点

4. 飛行概要

(1) 打上げ

(2) ドッキングまで

(3) ISSとのドッキング

5. ソユーズ宇宙船MSの 主な改良点

(1) 主な改良点

(2) 安全確認の状況

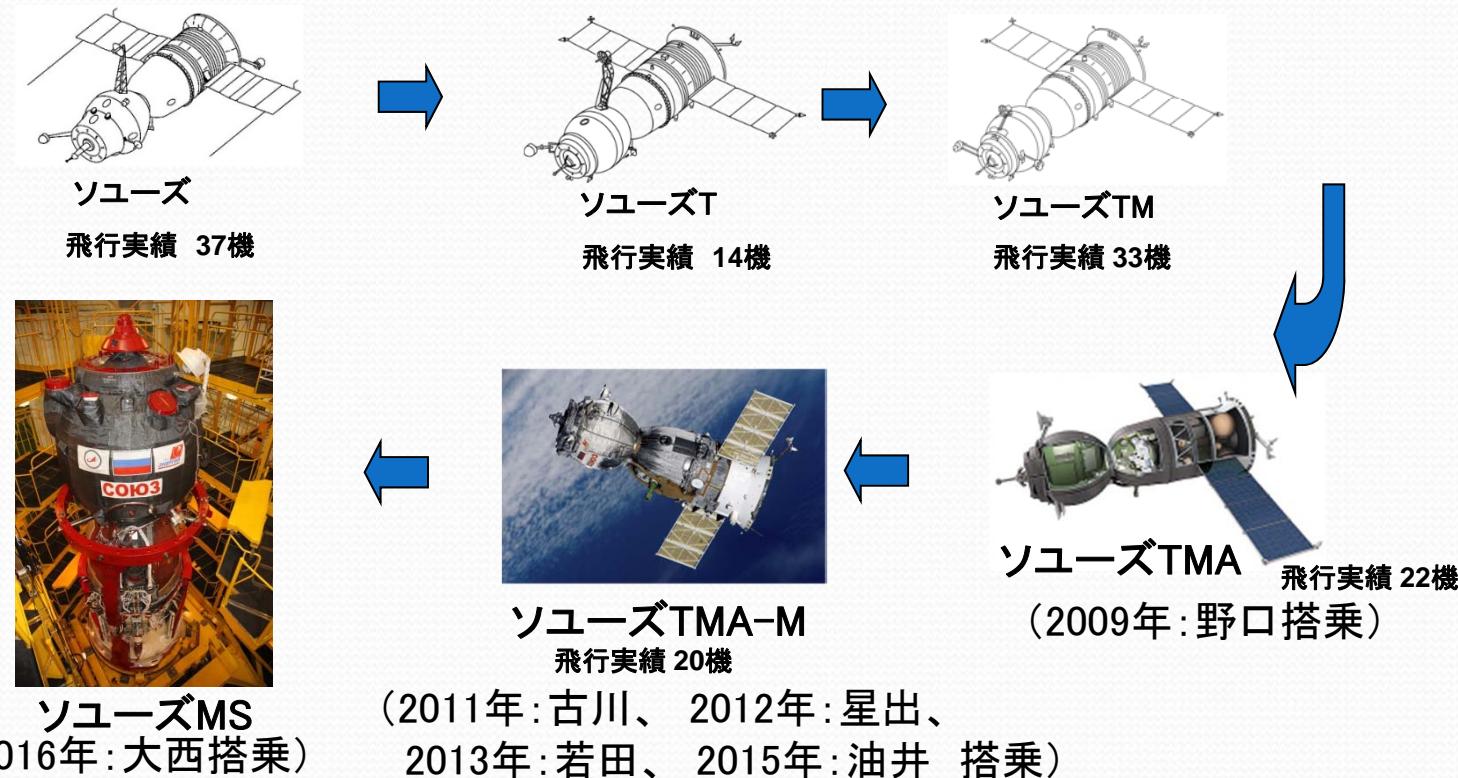


<http://iss.jaxa.jp/library/photo/201507230002hq.php>

1. ソユーズ宇宙船

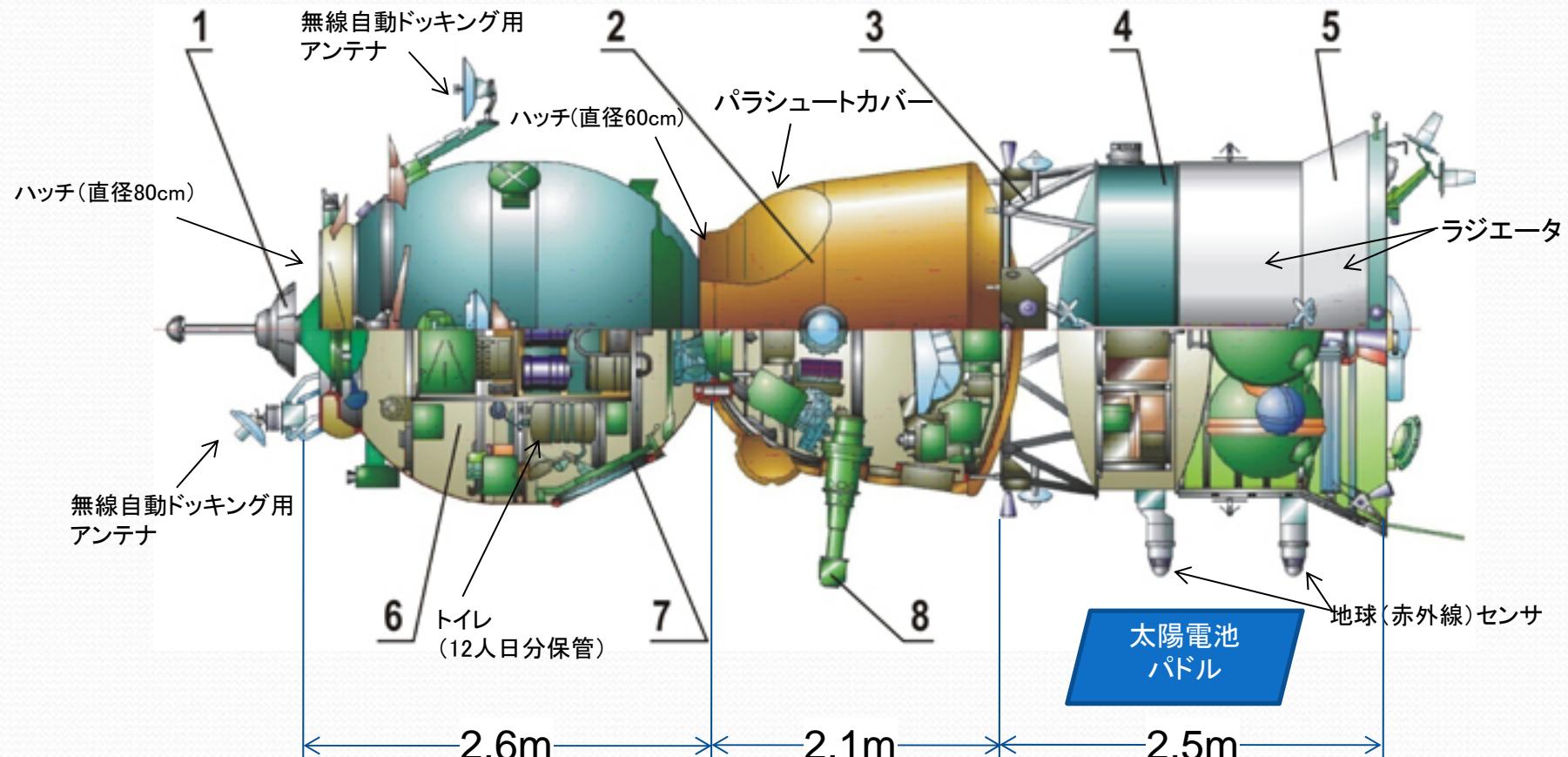
(1) 概要

- 1967年の運用開始以来、ソユーズ宇宙船は129機が打ち上げられている。
ソユーズ1号(1967年:搭乗員1名喪失)及びソユーズ11号(1971年:搭乗員3名喪失)の事故以降、45年にわたり搭乗員を喪失する事故はない。
- ソユーズ宇宙船は全体としては既存の技術を活かしつつ、継続的に改良を重ねることで技術的成熟度を高めている。基本構造は同じであるが、少しずつ改良を重ねている。



1. ソユーズ宇宙船

(2) ソユーズ宇宙船の構成(図はTMA-Mのもの)



1	ドッキングプローブ	5	機器/推進モジュール (2,600kg)
2	帰還モジュール (2,900kg, 4.0m³)	6	軌道モジュール (1,300kg, 6.3m³)
3	結合区画	7	搭乗ハッチ
4	機器セクション (与圧)	8	ペリスコープ

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

1. ソユーズ宇宙船

(3) ソユーズ宇宙船の主要諸元(TMAのもの)

打上げ時の重量	最大7,220kg
長さ(突起部含まず)	6.98m
モジュール直径	約2.2m (突起部を含めた最大径は2.72m)
搭乗人数	2~3人
居住可能スペース	10.3m ³
ドッキング可能高度	最大425km
搭載可能ペイロード(*)	100kg 以下(3人搭乗時)
回収可能ペイロード(*)	50kg 以下(3人搭乗時)
飛行期間(ISSミッション)	200~210 日間
着陸速度	メインパラシュート使用 最大2.6m/s、通常1.4m/s 予備パラシュート使用 最大4.0m/s、通常2.4m/s
使用ロケット	ソユーズFG
推進剤(自己着火性)	燃 料: 非対称ジメチルヒドラジン (UDMH) 酸化剤: 四酸化二窒素(NTO)
軌道制御エンジン	推力300kg 1基(メインエンジン)
姿勢制御エンジン	推力13.3kg 16基 推力 2.7kg 12基(スラスター)



ドッキング直前のソユーズTMA-16宇宙船(20S)

<http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/station/crew-21/html/iss020e043931.html>



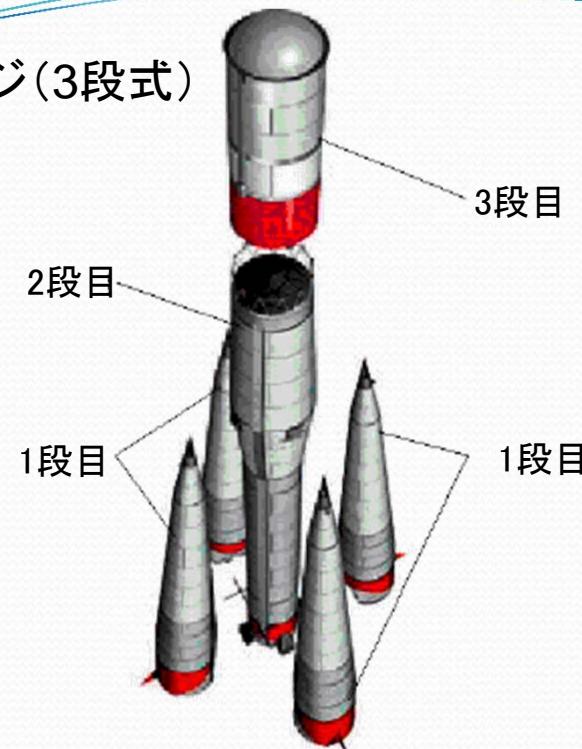
ISSから分離したソユーズTMA-7宇宙船(11S)

<http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/station/crew-12/html/iss012e24219.html>

2. ソユーズロケット

(1) 構成

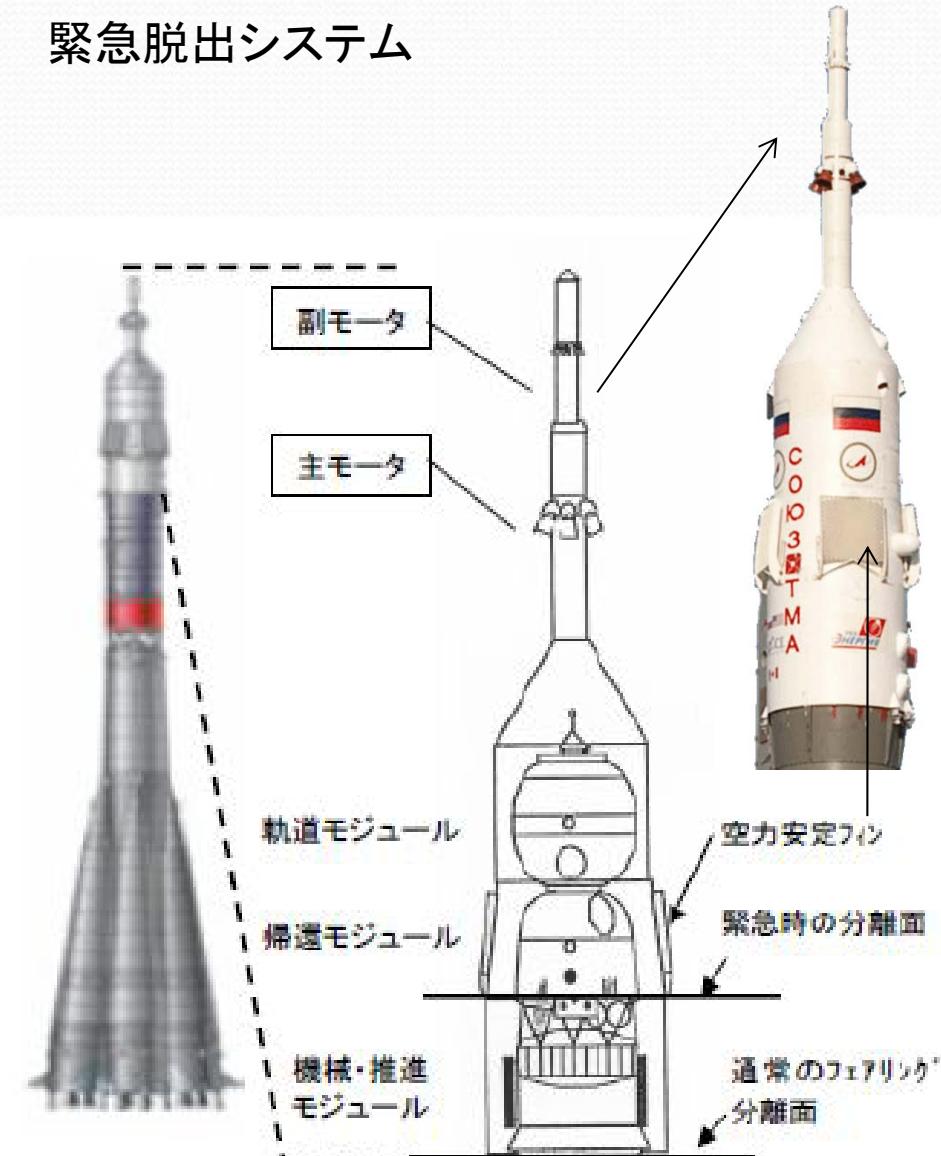
3ステージ(3段式)



出典: Starsem社のSoyuzユーザーズマニュアル



緊急脱出システム



推力800トンの固体ロケットモータ、5秒間燃焼

2. ソユーズロケット

(2) 主要諸元(ソユーズFGロケット)

打上げ場所	バイコヌール宇宙基地(有人/衛星打上げ)
用途	宇宙飛行士、物資の輸送、衛星打上げ 等
打上げ能力	約7,100 ～ 7,200 kg
ロケット構成	3段式(ブースター4本を1段と見なす場合)
全長	49.47 m
最大直径	10.3m(1段ブースタ底部) 2.95m(中央部(2段)の直径)
打上げ時重量	305.0 t
推進剤(全段)	酸化剤: 液体酸素 燃料: ケロシン
打上げ実績 (飛行回数)	55回 (2016年3月19日のソユーズ46S打上げフライトまで)



●ブースタ(1段)

- ・エンジン RD-107A型 燃焼室4基×4本
- ・全長 19.6m 直径 2.68m
- ・推力 838.5kN(海面)、1,021.3kN(真空中)
- ・比推力 262秒(海面)、319秒(真空中)
- ・燃焼時間 118秒
- ・酸化剤 液体酸素(27.8t) 燃料 ケロシン(11.8t)
- ・重量 43.4t(うち構造重量3.8t)

●コアステージ(2段)

- ・エンジン RD-108A型 燃焼室4基(ブースタとの違いはバーニアスラスターが2→4基になっている点のみ)
- ・全長 27.1m 直径 2.95m
- ・推力 990.2kN(真空中)
- ・比推力 319秒(真空中)
- ・燃焼時間 280秒
- ・酸化剤 液体酸素 燃料 ケロシン
- ・重量 99.5t(うち構造重量6.55t)

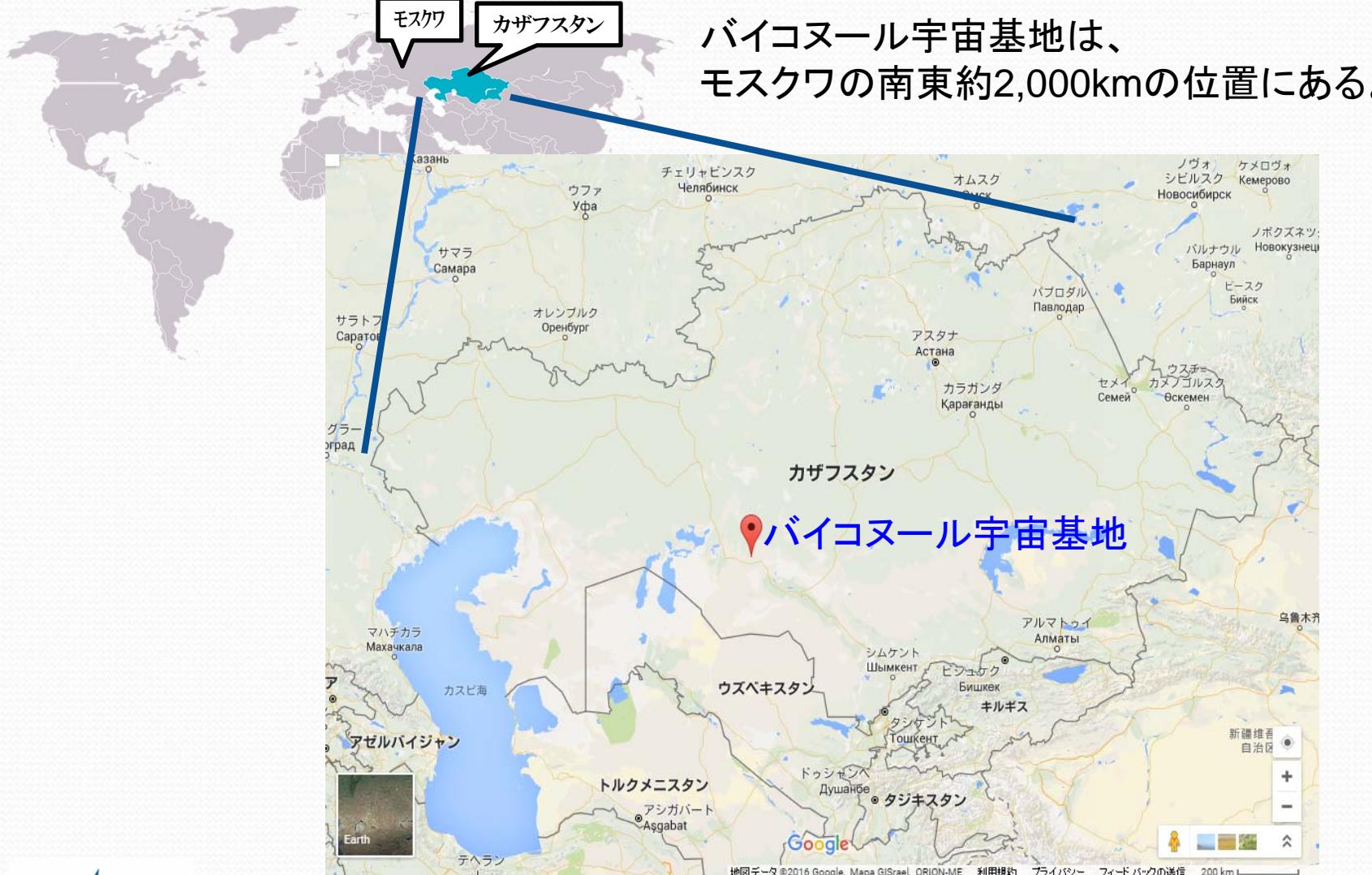
●3段目

- ・エンジン RD-0110型 燃焼室4基
- ・全長 6.7m 直径 2.66m
- ・推力 297.9kN(真空中)
- ・比推力 325秒(真空中)
- ・燃焼時間 230秒
- ・酸化剤 液体酸素 燃料 ケロシン
- ・重量 25.3t(うち構造重量2.41t)

出典: www.roscosmos.ru/467

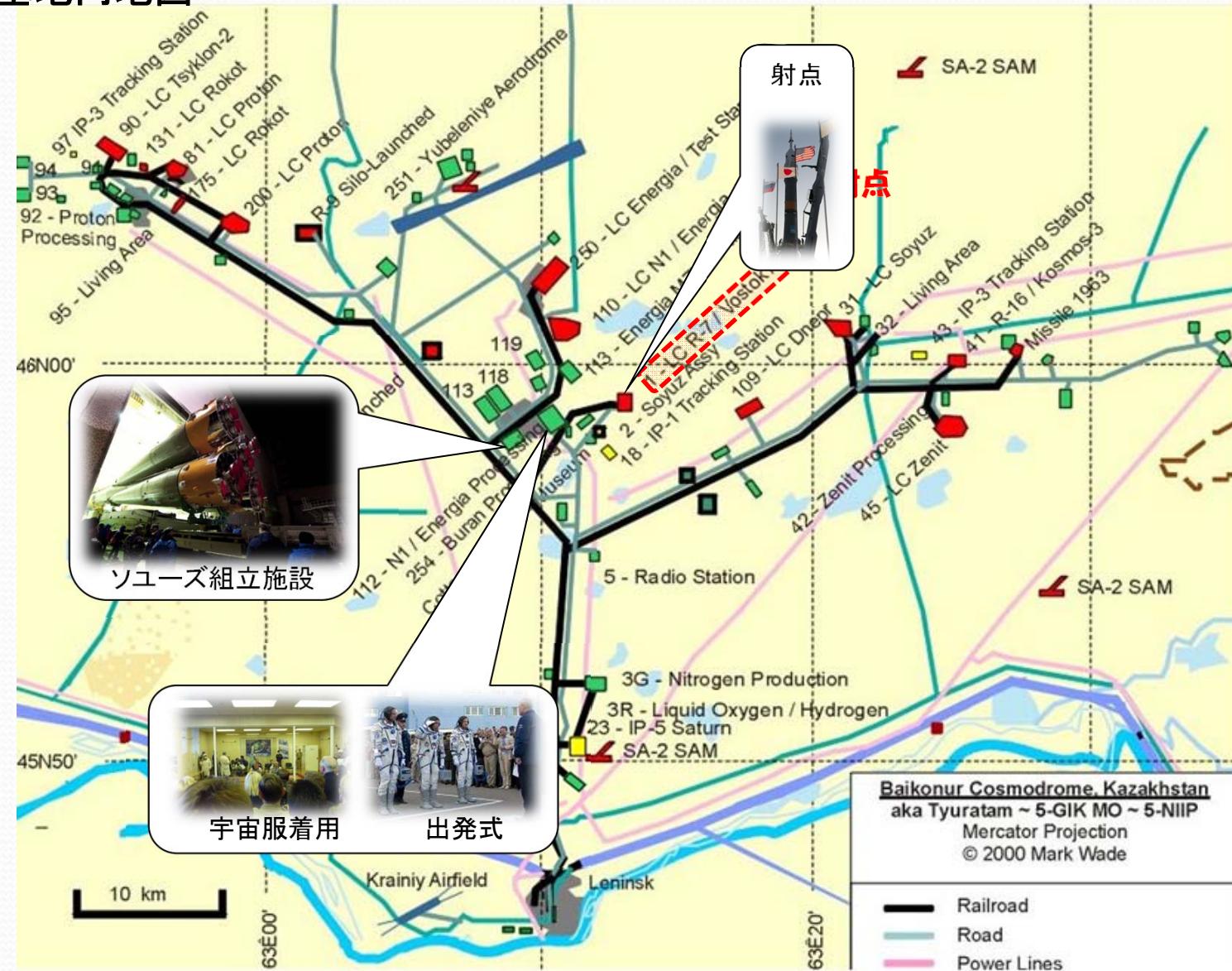
3.バイコヌール宇宙基地

(1)位置



3. バイコヌール宇宙基地

(2) 基地内地図



3. バイコヌール宇宙基地

(3) 第1射点

1957年から使用開始され、
1961年4月のガガーリンの打上げに使われた発射台。



4. 飛行概要

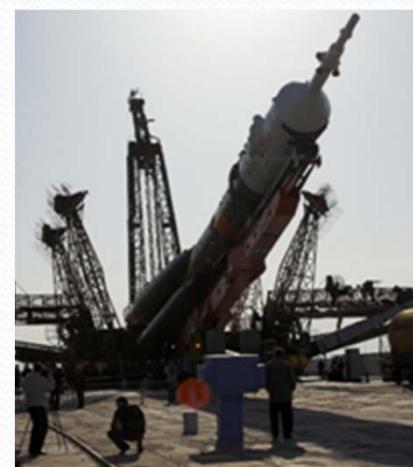
(1) 打上げ

- ・打上げ2時間前
- ・打上げ20秒前
- ・打上げ118秒後
- ・打上げ160秒後
- ・打上げ4分58秒後
- ・打上げ9分後

- クルーは帰還モジュールへ入室
1段目(ブースタ)と2段目を同時点火
1段目燃焼終了、分離、2段目は燃焼継続
フェアリング分離
2段目分離、3段目点火
3段目燃焼終了、3段目からソユーズ宇宙船分離

高度49km

高度167km



打上げ



ロケット組立棟から射点へ移動(打上げ2日前)



推進剤充填開始(打上げ5時間前)



クルー搭乗開始(打上げ2時間半前)
油井宇宙飛行士(2015年7月)

4. 飛行概要

(2) ドッキングまで

軌道投入後からISSドッキングまでの作業例

飛行1日目

- ・ 気密チェック。
- ・ 各システムの状態確認。
- ・ 軌道モジュールに移動し、システムの起動。
- ・ ソコール宇宙服を脱ぐ。
- ・ 各システムの状態及びクルーの健康状態について地上に報告。
- ・ 太陽指向姿勢の確立。
- ・ 軌道高度調整(2回)。



ISSに接近するTMA-17/21S



帰還モジュール内部(TMA-17M/43S)



軌道モジュール内部での食事(TMA-9/13S)

飛行2日目

- ・ 各システムの点検。
- ・ 二酸化炭素除去装置のカートリッジ交換。
- ・ 軌道高度調整。

飛行3日目

- ・ ソコール宇宙服に着替え、軌道モジュールと帰還モジュール間のハッチを閉鎖し、帰還モジュールに着席。
- ・ 軌道モジュールと帰還モジュールの圧力確認・報告。
- ・ ドッキングフェーズはクルーによる監視。(必要な場合、手動ドッキング操作。)
- ・ ドッキング後は、軌道モジュールへ移動しソコール宇宙服を脱ぐ。
- ・ すべてのモジュール内の圧力確認・報告。
- ・ ハッチ開放、ISS内へ入室。



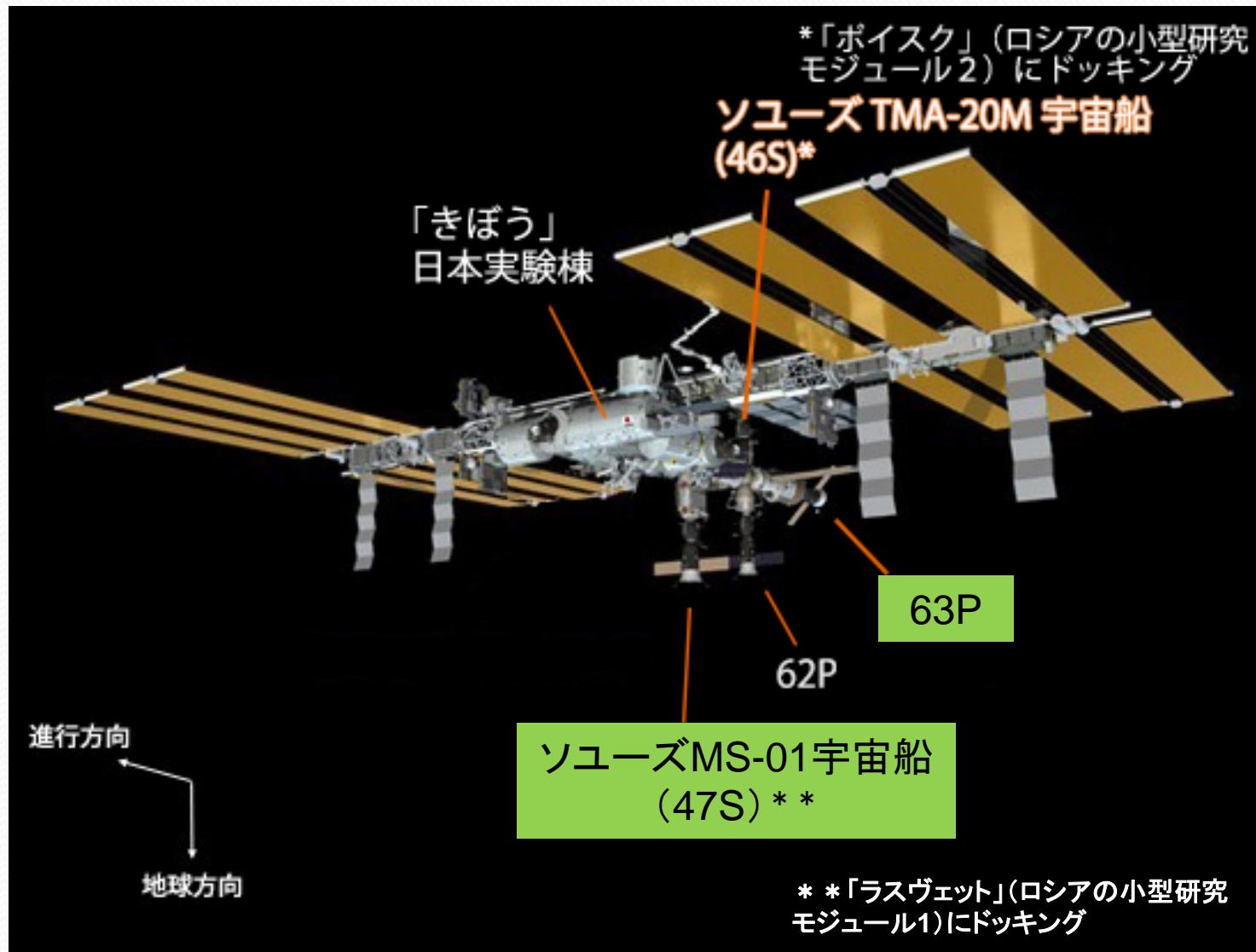
ISSへ入室する油井宇宙飛行士

【写真出典】

<http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/station/crew-14/html/iss014e18785.html>
<http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/station/crew-14/html/iss014e18790.html>
<http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/station/crew-17/html/iss017e019024.html>

4. 飛行概要

(3) ISSとのドッキング



5. ソユーズ宇宙船MSの主な改良点

(1) 主な改良点

ソユーズ宇宙船(47S/MS-01)では、信頼性の向上及び機能・運用性の向上を目指して、以下のような装置について、改良が図られている。

装置	概要
姿勢制御 スラスター	姿勢制御スラスターのサイズを1種類にまとめ、配置も変えている。
無線通信装置	衛星間通信システムの利用を可能とし、ソユーズ宇宙船－地上間の通信可能時間帯が増加した。
航法システム	衛星測位システムを利用した航法システムに変更した。
太陽電池パネル	太陽電池セルの設置面積を増やすとともに、セルの発電効率も向上した。
自動ドッキング システム	機能向上を図り、アンテナ個数の削減、小型化、軽量化等を行った。

5. ソユーズ宇宙船MSの主な改良点

(2) 安全確認の状況

- 大西宇宙飛行士がソユーズ宇宙船MSに搭乗するにあたり、機構は、ロシアやNASAを通じて、ソユーズ宇宙船MSの改良内容等に係る情報を収集してきた。
- 収集した情報に基づき、宇宙飛行士及び内部の専門家を含めて、改良した内容の妥当性、検証の状況、安全性への影響の有無等を機構独自に検討・確認を行っている。
- 以下に示すこれまでの検討・確認結果から、現時点では、ソユーズ宇宙船MSの改良点について、その安全性を損なう可能性はないものと考えている。
 - 多くの改良点について、先に打ち上げられたプログレス補給船MS(プログレス補給船MS(62P):2015年12月打上げ、プログレス補給船MS(63P):2016年4月打上げ)等で既に飛行実証がなされていること。
 - 飛行実証されていない機器については、既存機器の高機能品への変更であり、設計内容をNASAが確認したことを機構も安全審査に参加し確認したこと。
 - 全ての改良点について、ソユーズの緊急帰還能力に影響を及ぼす可能性がないことを、機構としても確認した。
- 今後、打上げに向けて、ロシアやNASAが主催する各種審査会に参加し、追加の情報の有無や機構の判断の妥当性等を確認し、結果を機構内の安全審査委員会等で確認・検討することにより、その安全性を更に確認していく予定。