

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

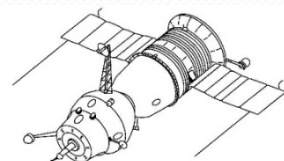


<http://iss.jaxa.jp/library/photo/201507230002hq.php>

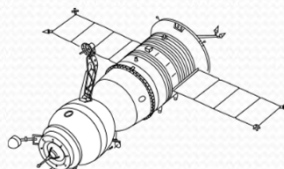
1. ソユーズ宇宙船

(1) 概要

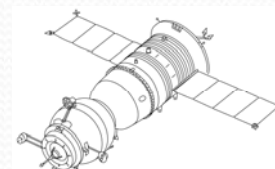
- 1967年の運用開始以来、ソユーズ宇宙船は129機が打ち上げられている。
ソユーズ1号(1967年:搭乗員1名喪失)及びソユーズ11号(1971年:搭乗員3名喪失)の事故以降、45年にわたり搭乗員を喪失する事故はない。
- ソユーズ宇宙船は全体としては既存の技術を活かしつつ、継続的に改良を重ねることで技術的成熟度を高めている。基本構造は同じであるが、少しずつ改良を重ねている。



ソユーズ
飛行実績 37機



ソユーズT
飛行実績 14機



ソユーズTM
飛行実績 33機



ソユーズTMA
飛行実績 22機
(2009年:野口搭乗)



ソユーズTMA-M
飛行実績 20機

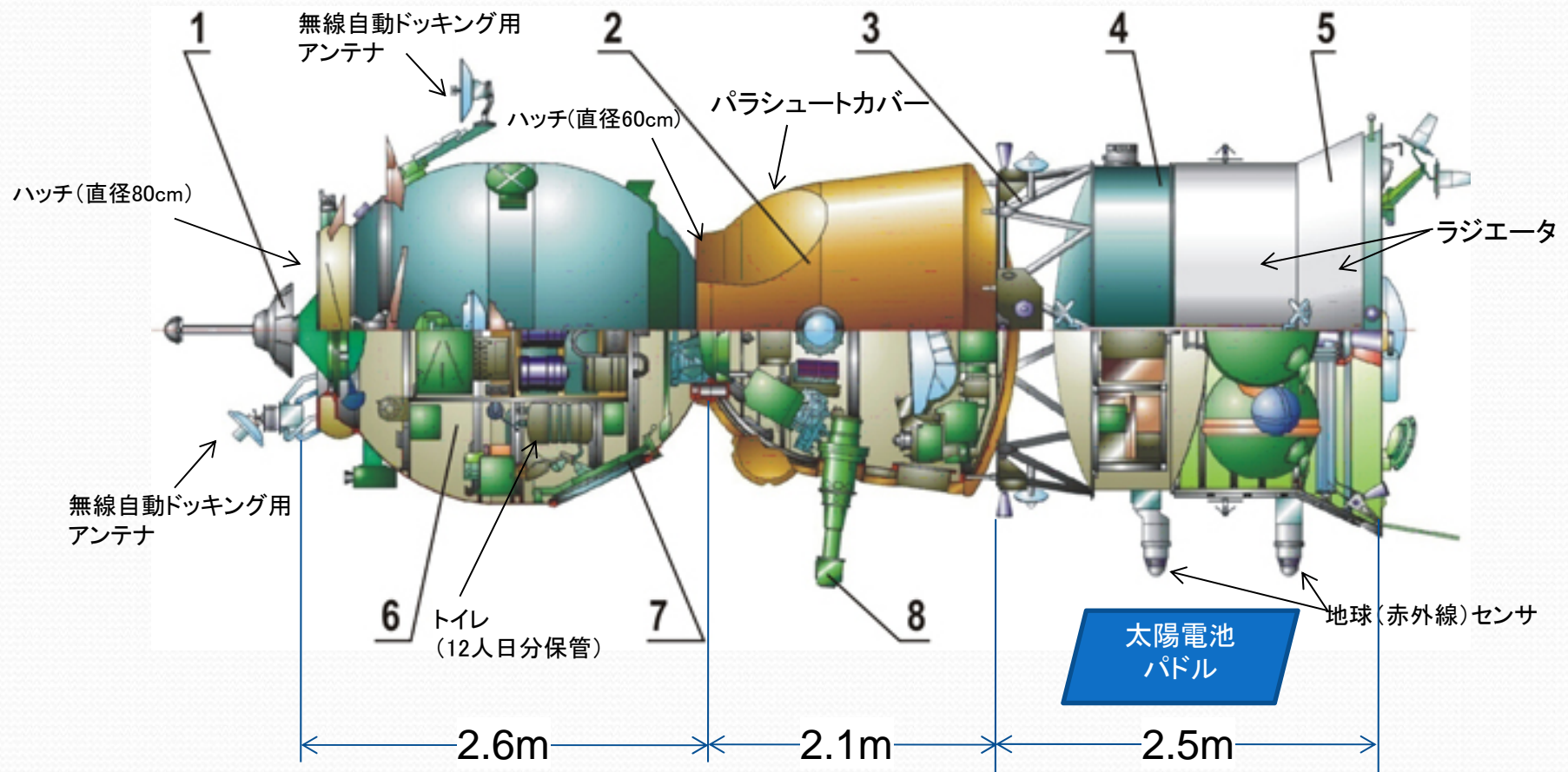


ソユーズMS
(2016年:大西搭乗)

(2011年:古川、2012年:星出、
2013年:若田、2015年:油井 搭乗)

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、4.0m ³)	6	軌道モジュール (1,300kg、6.3m ³)
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.energiya.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(スラスト)



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>



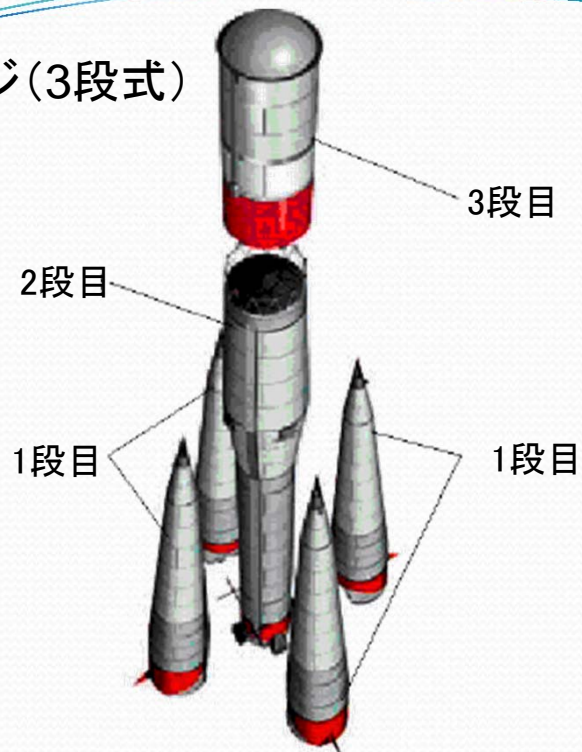
ISSから分離したソユーズTMA-7宇宙船(11S)

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

2. ソユーズロケット

(1) 構成

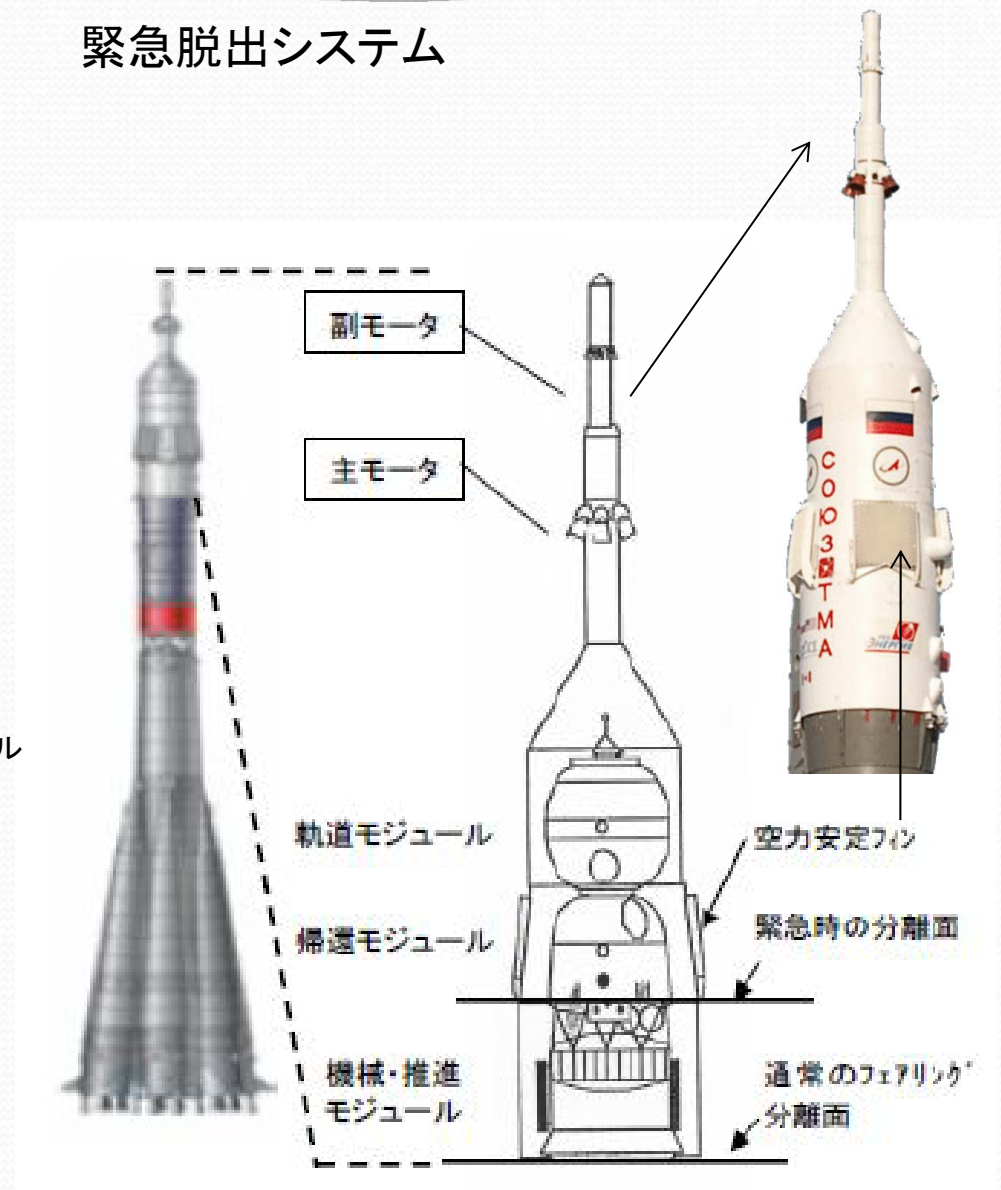
3ステージ(3段式)



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段ブースター底部) 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パーニアスラスタが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

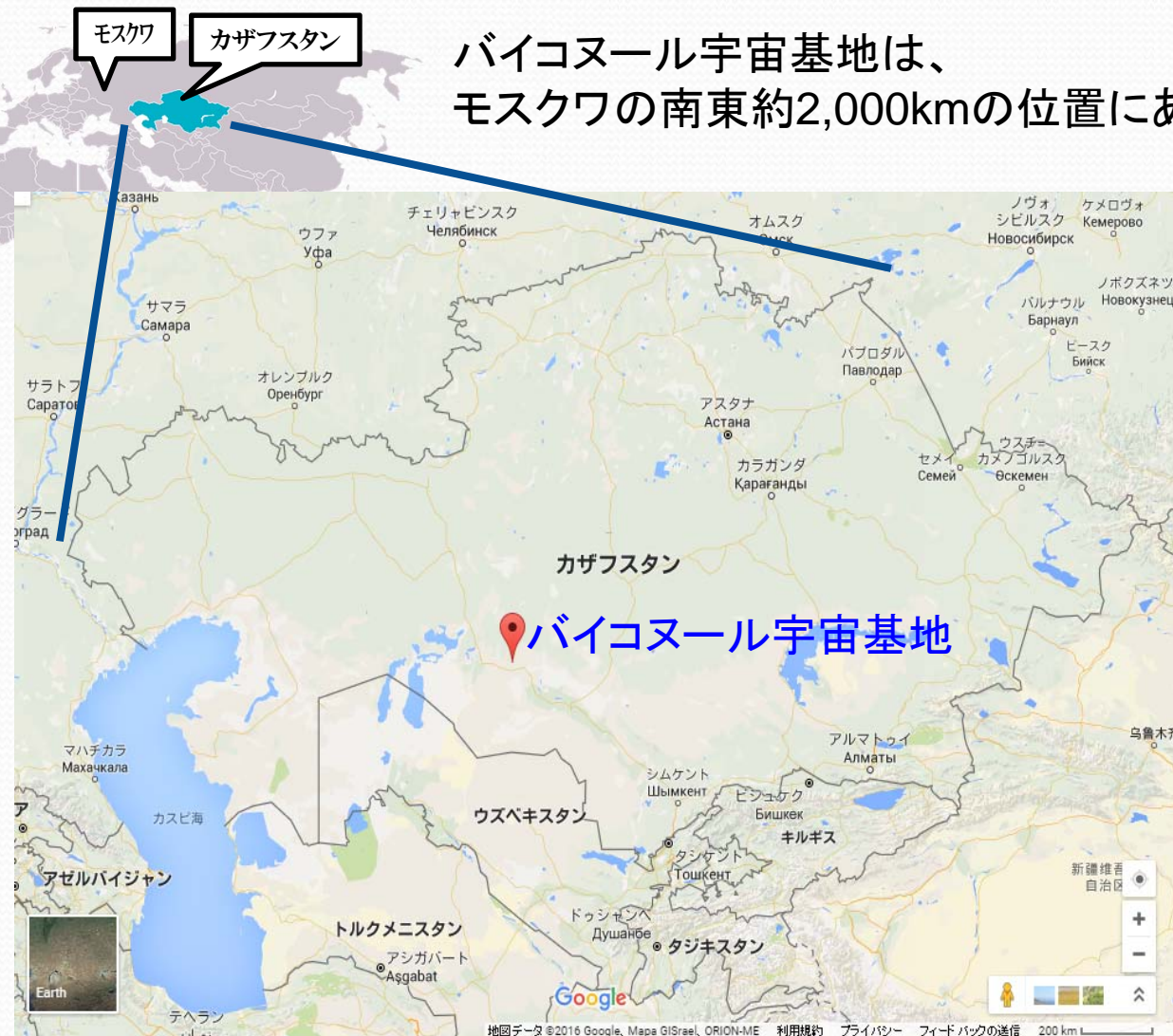
- ・エンジン RD-0110型 燃焼室4基
- ・全長 6.7m 直径 2.66m
- ・推力 297.9kN(真空中)
- ・比推力 325秒(真空中)
- ・燃焼時間 230秒
- ・酸化剤 液体酸素 燃料 ケロシン
- ・重量 25.3t(うち構造重量2.41t)

出典: www.roscosmos.ru/467

3. バイコヌール宇宙基地

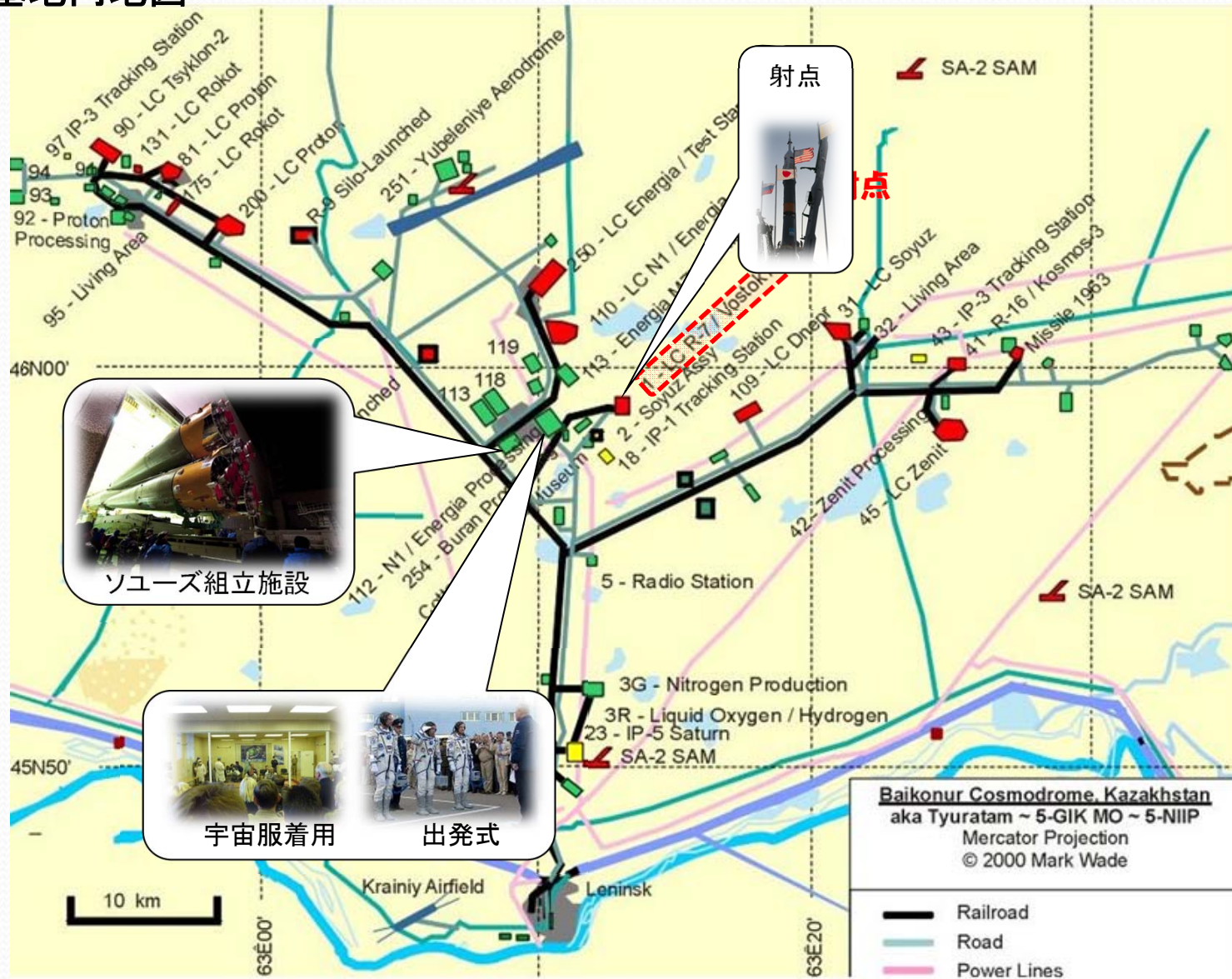
(1) 位置

バイコヌール宇宙基地は、
モスクワの南東約2,000kmの位置にある。



3. バイコヌール宇宙基地

(2) 基地内地图



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

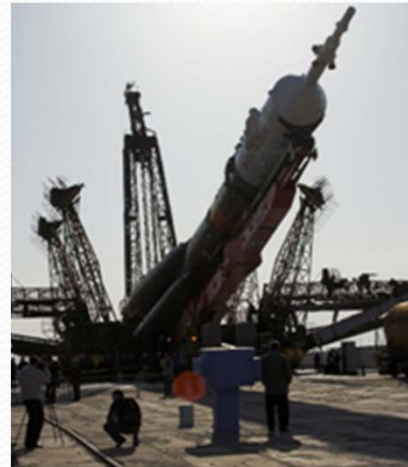
クルーは帰還モジュールへ入室
1段目(ブースタ)と2段目を同時点火
1段目燃焼終了、分離、2段目は燃焼継続
フェアリング分離
2段目分離、3段目点火
3段目燃焼終了、3段目からソユーズ宇宙船分離

高度49km

高度167km



ロケット組立棟から射点へ移動(打上げ2日前)



射点で垂直に立てる(打上げ2日前)



推進剤充填開始(打上げ5時間前)



打上げ



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)。

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)



ISSへ入室する油井宇宙飛行士

【写真出典】

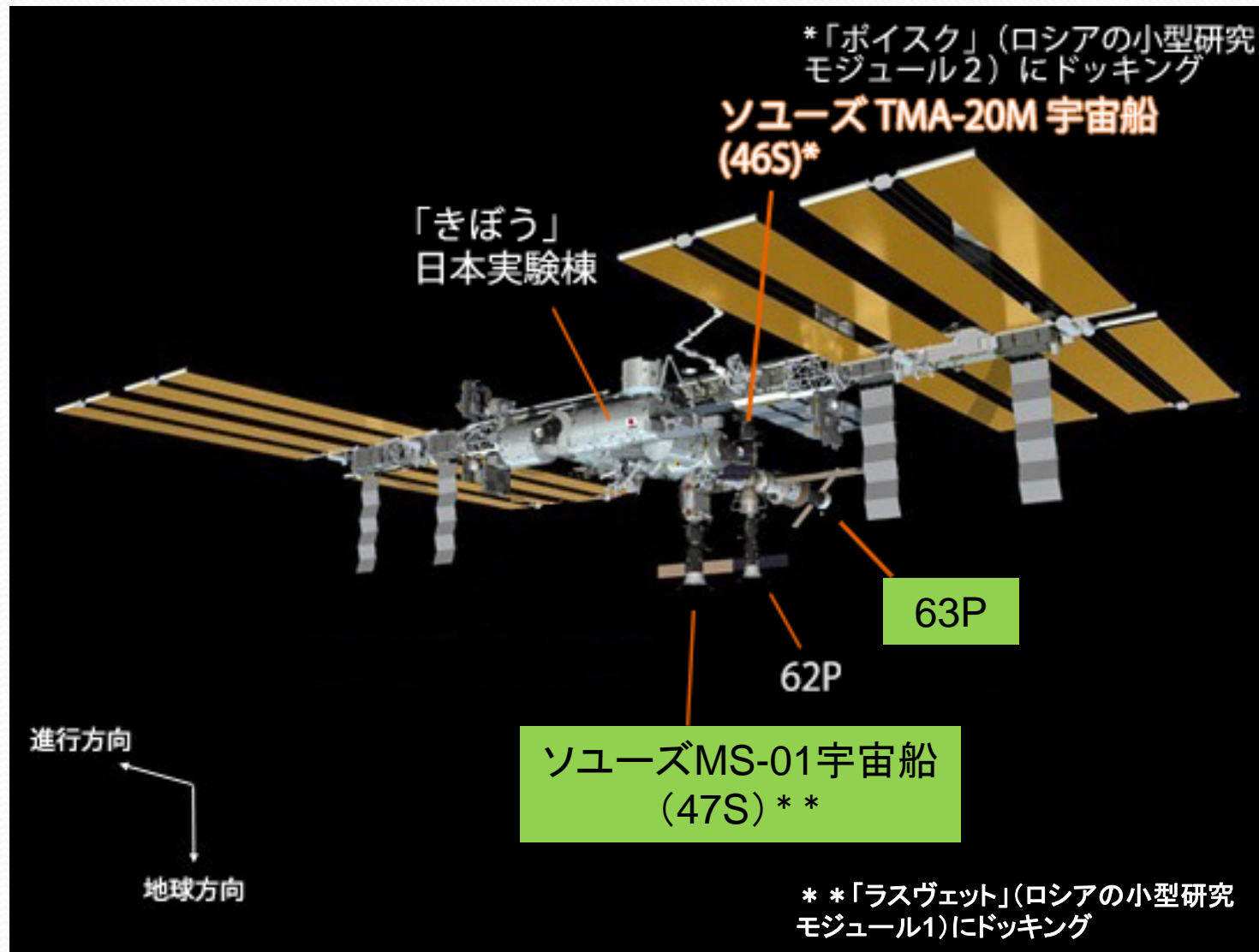
<http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/station/crew-14/html/iss014e18785.html>

<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	姿勢制御スラスタのサイズを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。
 - ① 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月打ち上げ、プログレス補給船MS(63P):2016年4月打ち上げ)等で既に飛行実証がなされていること。
 - ② 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。
 - ③ 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、打ち上げに向けて、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。