

野口宇宙飛行士が搭乗するソユーズ宇宙船(21S/TMA-17)及び  
第22次/23次長期滞在ミッションに関する概要説明会

# ソユーズ宇宙船(21S/TMA-17)飛行概要

2010年5月20日

有人宇宙環境利用ミッション本部 事業推進部

## 1. ソユーズ宇宙船

- (1) 構成
- (2) 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

## 4. 飛行概要

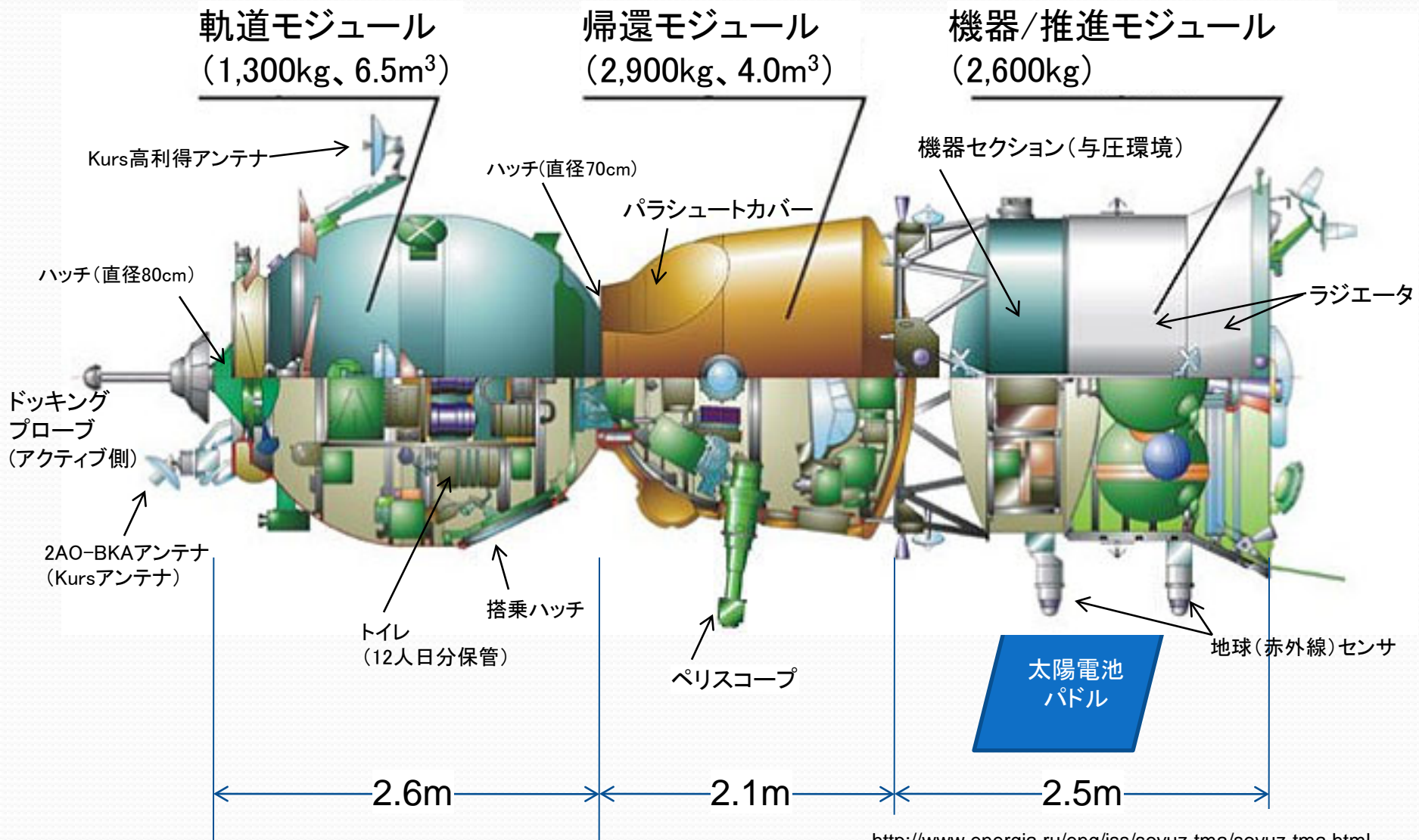
- (1) 打上げ
- (2) ドッキングまで
- (3) ISSとのドッキング
- (4) 帰還



<http://spaceflight.nasa.gov/gallery/images/station/crew-21/html/jsc2009e215138.html>

# 1. ソユーズ宇宙船

## (1) 構成



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



# 1. ソユーズ宇宙船

## (2) 主要諸元(ソユーズTMA宇宙船)

打上げ時の重量		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 <sup>3</sup>
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 14基 推力 2.7kg 12基(スラスト)
太陽電池パドル		長さ10.7m、面積: 10m <sup>2</sup> 発電量: 平均0.6kW(最大1kW)
軌道上寿命		200日間(半年毎に交換が必要)



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>



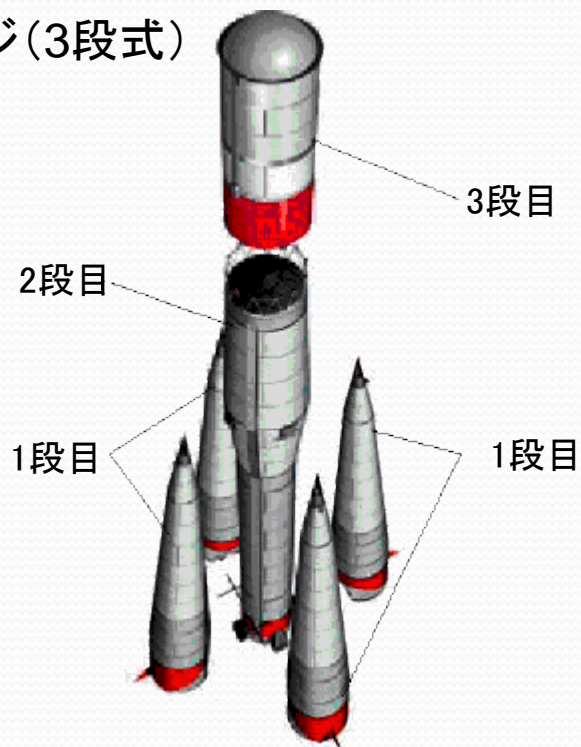
ISSから分離したソユーズTMA-7宇宙船(11S)

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

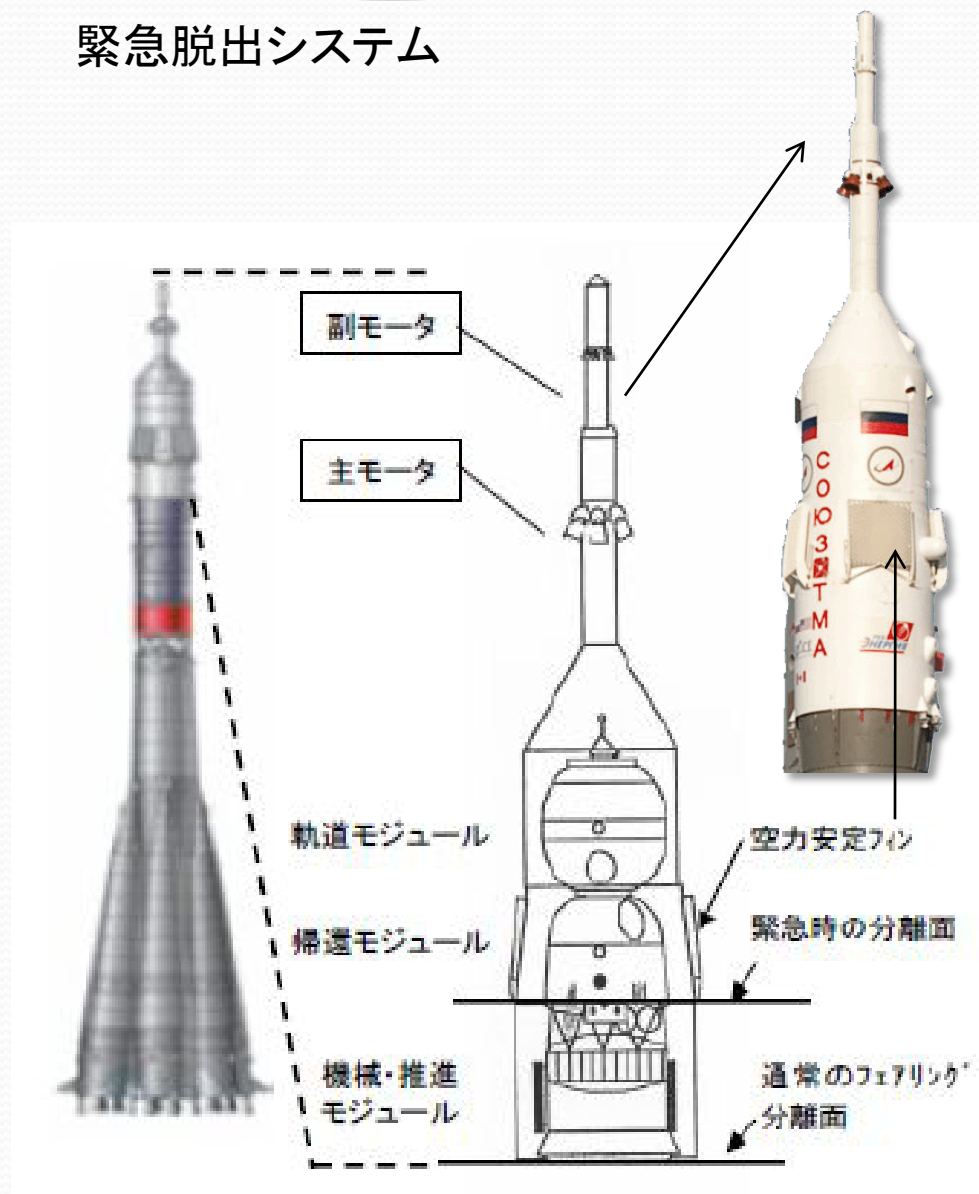
## 2. ソユーズロケット

### (1) 構成

3ステージ(3段式)



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U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) プレセツク発射場(衛星打上げ)
用途	宇宙飛行士、物資の輸送、衛星打上げ 等
搭載貨物重量	6,855kg(高度220km/軌道傾斜角 51.6度) 7,050~7,450kg(ソユーズTM/プログレスM、M1ミッション時)
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	45.22m(無人時、10.14mのフェアリングを含む) 49.3m(有人時:ソユーズTM宇宙船使用時)
最大直径	10.3m(ブースター1段目)のフィン間) 2.95m(2段中心部)
打上げ時重量	309.7t
打上げ時推力	5,932kN(真空中)
推進剤(全段)	酸化剤: 液体酸素      燃料: ケロシン
打上げ実績	1,750機(2009年11月10日の小型研究モジュール2(MRM2))
成功率	97%程度(2000年12月31日時点で97.68%)

### ●ブースター(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(ブースターとの違いはバーニアスラスタが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 290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 240秒
- ・酸化剤 液体酸素 燃料 ケロシン
- ・重量 25.2t(うち構造重量2.41t)



### 3. バイコヌール宇宙基地

#### (1) カザフスタン共和国





# 3. バイコヌール宇宙基地

## (2) バイコヌール宇宙基地





### 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である。



# 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47秒後
- ・打上げ8分45秒後
- ・打上げ8分48秒後
- ・2週回目

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  
緊急脱出システムとフェアリング分離  
3段目点火、2段目分離  
3段目燃焼終了  
3段目からソユーズ宇宙船分離  
クルーは軌道モジュールに移り、与圧スーツを脱ぐ(ISSとのドッキング前には与圧スーツを再度着用)

高度49km

高度167km  
高度約202km



射点で垂直に立てる(打上げ2日前)



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)



打上げ



クルー搭乗開始(打上げ2時間半前)



# 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

- ・軌道モジュールに移動し、ソコール宇宙服を脱ぐ。
- ・二酸化炭素除去装置起動。
- ・各システムの点検。テレメトリデータとビデオデータダウンリンク。
- ・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。
- ・姿勢制御。
- ・軌道調整(2回)。

### 飛行2日目

- ・各システムの点検。テレメトリデータとビデオデータダウンリンク。
- ・二酸化炭素除去装置のカートリッジ交換。
- ・高度調整。
- ・姿勢制御。

### 飛行3日目

- ・テレメトリデータとビデオデータダウンリンク。
- ・軌道モジュールと帰還モジュールの圧力確認・報告。
- ・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。
- ・ドッキングフェーズはクルーによる監視。
- ・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。

【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>



帰還モジュール内部 (TMA-9/13S)



軌道モジュール内部での食事 (TMA-9/13S)



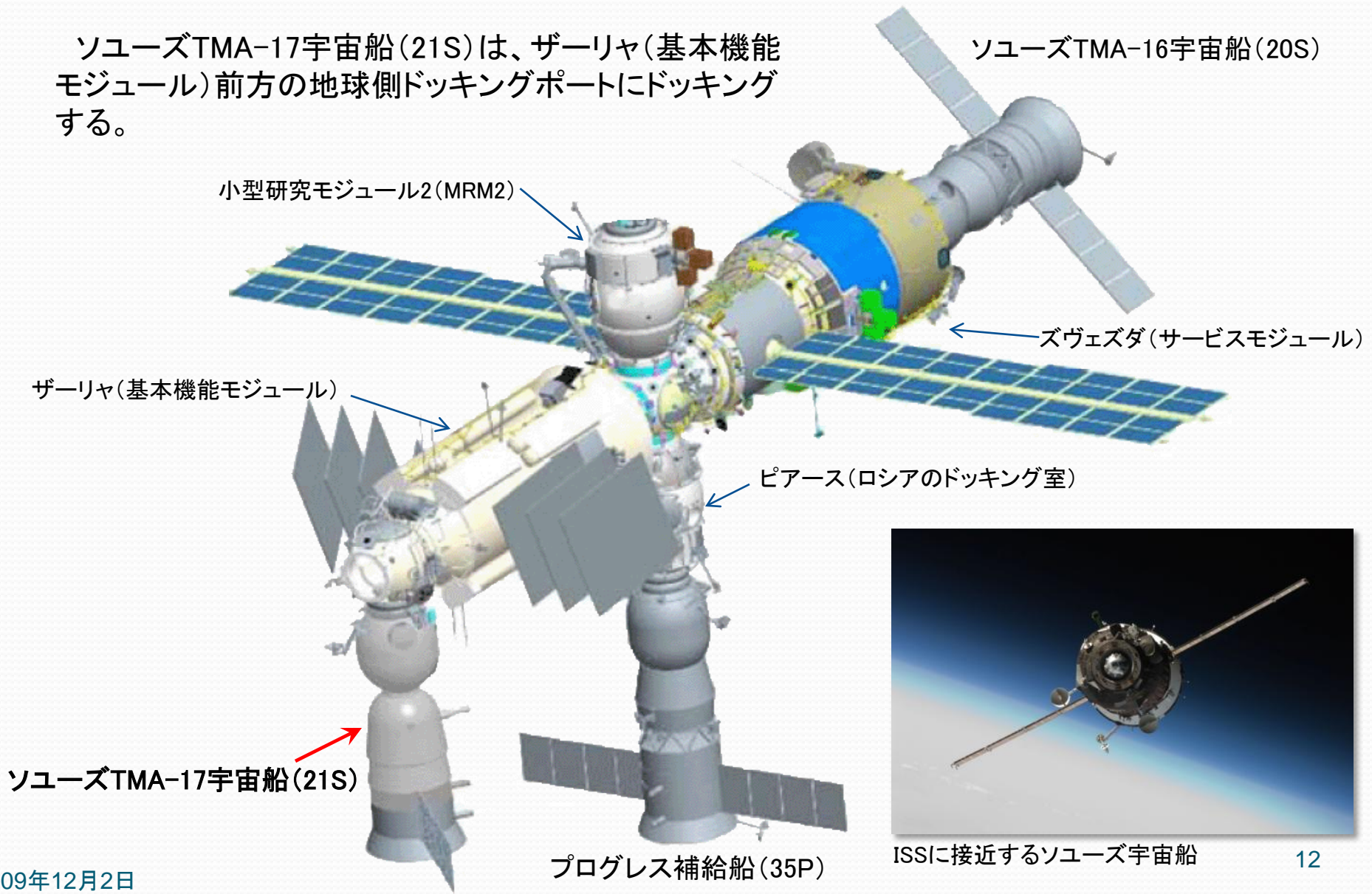
ソユーズ宇宙船からISSへ入室 (TMA-13/17S)



## 4. 飛行概要

### (3)ISSとのドッキング

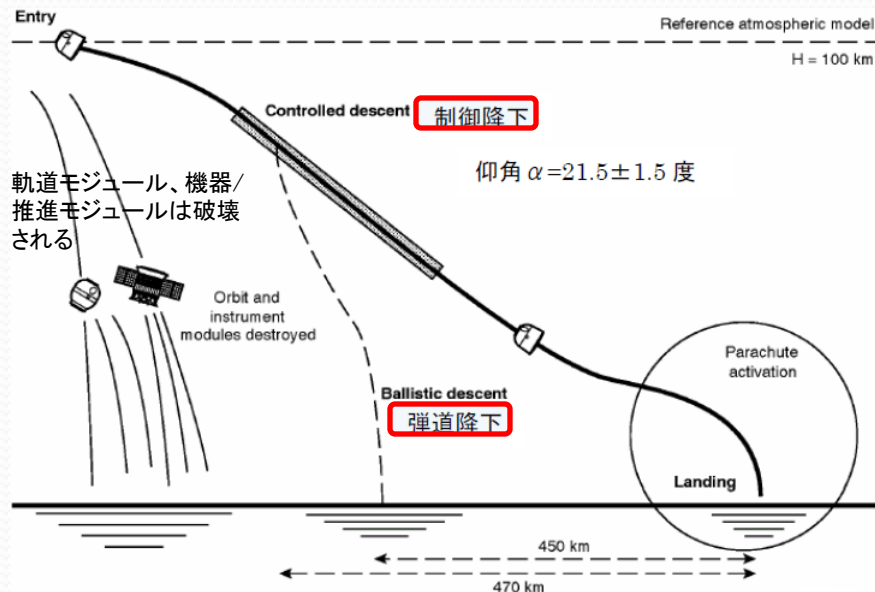
ソユーズTMA-17宇宙船(21S)は、ザーリャ(基本機能モジュール)前方の地球側ドッキングポートにドッキングする。



# 4. 飛行概要

## (4) 帰還

ISS分離からの大凡の経過時間	主要イベント
0分	ドッキング機構のラッチを外し、スプリングの力で0.1m/sec の速度でISSから離れていく。
3分	ISSから200m離れた地点でスラスタを約15秒間噴射し更に後退。
約2時間29分	南大西洋上空でメインエンジンを約4分間噴射(軌道離脱噴射)。
約2時間57分	高度約140kmで、軌道及び機器/推進モジュールから帰還モジュール分離。
約3時間(離脱噴射から35分)	軌道、機器/推進モジュールから分離2〜3分後、 <b>大気圏に突入</b> (高度121.9km)。
	降下中の重力加速度は3〜5G(姿勢を制御できない場合は、弾道突入モードとなり加速度は通常の約2倍(8〜13G)に達し、着陸地点は約450km手前(西側)となる)。
(大気圏突入から7分後)	高度34km、重力加速度最大(通常4〜5G)。
約3時間08分	高度10.5km(850km/h)で2つのドローグシュート、ブレーキパラシュート展開。
約3時間11分	高度約8kmでメインパラシュート展開(降下速度約35m/s→約7.2m/sに減速) (メインパラシュートが開かなかった場合、予備のパラシュートを開くことが可能(降下速度9.8m/s))
約3時間23分	着陸2秒前、高度80cmで衝撃緩和用ロケット噴射(着地速度1〜2m/s)、着陸時のGは通常5G。



※ 時間はミッションによって多少変わります。



## 4. 飛行概要

### (4) 帰還



#### ① 軌道離脱噴射

ISS分離から2時間29分後  
(着陸54分前)

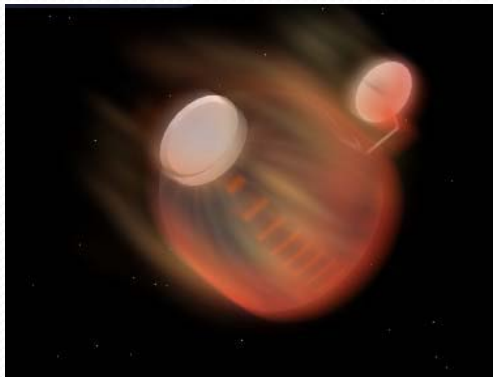
進行方向逆向きの姿勢  
で約4分間の軌道離脱噴  
射を実施。



#### ② 帰還モジュール分離

ISS分離から2時間57分後  
(着陸26分前)

帰還モジュールから軌道モ  
ジュールと機器/推進モジュール  
を分離



#### ③ 大気圏突入

ISS分離から3時間後  
(着陸23分前)

高度121.9kmで大気圏  
に再突入。  
高度約38kmで最大G(通常  
4~5G)に到達。



#### ④ パラシュート展開コマンド実行 ドローグシュート展開

分離から3時間08分後  
(着陸15分前)

2個のパイロットパラシュートを  
展開し、2個目によってドローグ  
シュートを展開。  
24m<sup>2</sup>のドローグシュートで降下速  
度を230m/sec から80m/secまで  
低下。

※ 時間はミッションによって多少変わります。



## 4. 飛行概要

### (4) 帰還



⑤ メインパラシュート展開  
分離から3時間11分後  
(着陸12分前)  
1000m<sup>2</sup>のメインパラ  
シュートで降下速度を  
7.2m/secにまで低下。



⑥ 機体を垂直にして降下  
分離から3時間20分後  
(着陸3分前)



⑦ 衝撃緩和ロケット  
噴射  
分離から3時間23分  
(着陸2秒前)  
6基の軟着陸用エン  
ジンを高度80cmで噴  
射し、降下速度を  
0.8m/secにまで緩和。



ソユーズTMA-13宇宙船(17S)の着陸  
日本時間2009年4月8日16時16分  
回収支援要員がヘリコプターと車両  
により現地に向かう。



ソユーズTMA-11宇宙船(15S)の着陸  
日本時間2008年4月19日7時30分



ソユーズTMA-8宇宙船(12S)の着陸  
日本時間2006年9月29日10時13分

※ 時間はミッションによって多少変わります。

## 4. 飛行概要

### (4) 帰還



ソユーズTMA-6宇宙船(10S)



ソユーズTMA-2宇宙船(6S)



ソユーズTMA-8宇宙船(12S)

帰還したソユーズ宇宙船