
古川宇宙飛行士のソユーズ宇宙船搭乗及び
ISSでの長期滞在の実施について

— 日本人搭乗員の安全確認結果について —

2011年5月25日

宇宙航空研究開発機構
有人宇宙環境利用ミッション本部
有人システム安全・ミッション保証室長 小沢正幸

1. 日本人搭乗員安全確認結果の概要

(1) はじめに

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、所属する職員の安全を確保する責任がある。古川宇宙飛行士がソユーズ宇宙船(27S/TMA-02M号機)に搭乗、国際宇宙ステーションへ飛行、長期滞在する一連の活動に関して、安全確認を行ったので報告する。

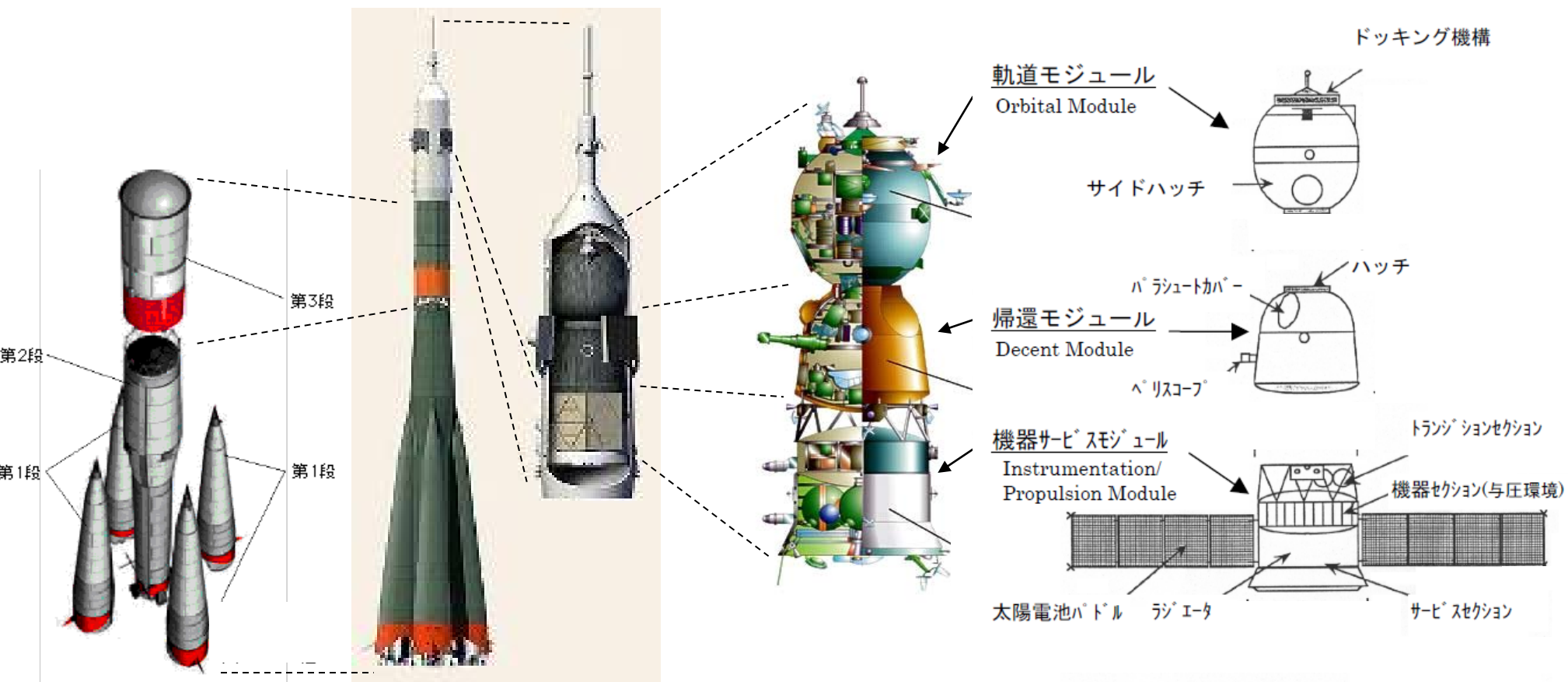
(2) 安全確認の内容

- A. 古川宇宙飛行士が搭乗するソユーズ宇宙船及びロケットの安全が確保されていること。
 - a. ロシアがISS搭乗員をソユーズにより国際宇宙ステーション(ISS)へ安全に輸送し、帰還させる準備を整えたこと。
 - b. NASAがISS搭乗員の輸送機であるソユーズの安全を確認していること。
- B. 軌道上の「きぼう」の安全が確保されていること。
- C. 「きぼう」の地上運用の体制及び準備が整っていること。
- D. ISS全体の安全が確保されていること。
- E. 古川宇宙飛行士の訓練及び健康管理活動が適切に行われていること。

(3) 安全確認の結果

以上の確認の結果を本年5月23日JAXA安全審査委員会で承認し、JAXAとして古川宇宙飛行士の打上げ(27S)及び長期滞在の安全が確保されていることを確認した。なお27S帰還については別途確認する。

[参考]ソユーズの概要



ソユーズFG

全長 : 約50m
 全備重量 : 約300t
 低軌道打上能力: 約7.2t

ソユーズ宇宙船(TMA-M)

全長 : 約7.5m
 全備重量 : 約7t
 搭乗員 : 3名

2. 安全確保・確認の結果(1/5)

A. 古川宇宙飛行士が搭乗するソユーズの安全が確保されていること(1/2)

(1) JAXA/NASA/ロシアの安全確保・確認責任の範囲

- ① JAXAはJAXA職員である古川宇宙飛行士の安全を確保する責任がある。
 - ② 一方、NASAは日本人搭乗員を含むISS搭乗員の輸送責任があり、その観点から、輸送機であるソユーズの安全を確認する責任がある。
 - ③ また、ロシアは、搭乗員の輸送機であるソユーズの設計、製造及び運用の責任主体であり、ISS搭乗員をソユーズにより国際宇宙ステーション(ISS)へ安全に輸送し、帰還させる第一義的な責任がある。
- ①～③に関し、NASA及びロシアは以下を実施した。
- ㊦ NASAはソユーズによる搭乗員往還の安全がロシアにより確保されていることを確認した。
 - ㊧ ロシアは、ソユーズの製造、打上げ及びその運用に関して、27S/TMA-02M号機に安全上の課題がないことを確認した。

2. 安全確保・確認の結果(2/5)

A. 古川宇宙飛行士のソユーズ搭乗に係る安全が確保されていること(2/2)

(2) JAXAによる安全確認

JAXAは、古川宇宙飛行士が搭乗するソユーズに関して、次の3点について確認を行った。

- ① 2009年5月に「ソユーズ安全検討チーム」を設置し、ソユーズ及びその運用一般、並びに意思決定プロセスに関する以下の調査・検討を行った。これらが現在でも有効であることを確認した。
 - ・ 飛行継続が困難になった場合の宇宙飛行士の帰還シナリオ(添付1参照)
 - ・ ロシア及びNASAの安全確認プロセスの体制(添付2参照)
- ② 今回が2号機となる新型ソユーズ(27S/TMA-02M機)の変更点(添付3参照)が安全に影響を及ぼさないことを確認した。
- ③ NASA主催の審査会(SORR、FRR)及びロシア主催の審査会(GDR)による審査プロセスが適切に履行され、ソユーズ宇宙船の健全性、地上管制設備の準備状況、宇宙ステーションの準備状況、宇宙飛行士の訓練及び健康状態について、安全を確認した。その過程で、直近のソユーズで発生したクルー用表示パネル上のデータ一部欠落、宇宙船内の酸素供給ライン調圧弁からの微小漏洩及びガス分析器内の部品故障に対する27Sへの処置、対策に問題はなく、安全が確保されているとの判断に合意した。

SORR : Stage Operation Readiness Review : ソユーズ到着以降の運用に関する準備状況を確認する審査会

FRR : Flight Readiness Review : 打上げに係る最終の準備状況を確認する審査会

GDR: General Designer's Review : ソユーズ打上げに係る最終の準備状況を確認するロシア側の審査会

2. 安全確保・確認の結果(3/5)

B. 軌道上の「きぼう」の安全が確保されていること

「きぼう」に対して設定された安全制御手段が、有効であることを確認した。また、現時点(5/24)で「きぼう」に安全上の問題は発生していない。

C. 「きぼう」の地上運用の体制及び準備が整っていること

(1) 「きぼう」運用体制

有人宇宙環境利用ミッション本部ISSプログラムマネージャを議長とする隔週毎に開催される「きぼう運用管理会議」において意思決定を行う体制があり、安全に係る問題が発生した場合には、NASAのISSミッション管理会議(IMMT)にメンバーとして出席し、調整できる体制を継続して維持している。今回のミッションにおいても、この実施体制を進める。

(2) 「きぼう」運用文書

運用手順書等各種運用文書については整っており、また、有人システム安全審査で承認した安全上の運用制御が適切に反映されるプロセスは既に機能している。

(3) 運用管制システム

「きぼう」運用に供される運用管制システムについて、現時点で安全にかかわる不具合は発生していない。NASA及びISSとのインタフェースを含め、現在有効に機能しており、実施準備は整っている。

2. 安全確保・確認の結果(4/5)

D. ISS全体の安全が確保されていること

JAXA は、原則週2回開催されるISSミッション管理会議(IMMT)及び27S打上げ前NASA主催の審査会(SORR:4/25、FRR:5/5)に出席し、NASAが適切にISS全体の安全を確保していることを確認した。

- ① 運用中のISSの生命維持機能及びその他のシステム機器が正常に機能していることを確認した。なお、現在ISSに設置されているロシア側の酸素生成装置に不具合が発生しているが、NASA側の装置が稼働していること及び軌道上の酸素貯蔵量が十分あることから、飛行士のISSでの活動に支障はない。
- ② 長期滞在中に消費する水、食料の準備が整っていることを確認した。
- ③ NASAによる統合安全確認のもと、ロシア、ESA、CSAのシステムが安全上問題なく機能していることを確認した。

SORR : Stage Operation Readiness Review

FRR : Flight Readiness Review

2. 安全確保・確認の結果(5/5)

E. 古川宇宙飛行士の訓練及び健康管理活動が適切に行われていること

日本人宇宙飛行士の訓練、健康管理についてJAXAはNASAを通じて、以下を確認し、飛行の準備が整ったことを確認した。

- ① 2011年4月29日にロシア医学審査会により、健康状態に関し「搭乗に問題なし」と承認された。
- ② 2011年5月12日にロシアの最終評価試験に合格し、ISS運用の訓練と評価試験を完了した。
- ③ 2011年5月13日にソユーズ27S運用に関するフライトエンジニアとしての最終評価試験に合格した。
- ④ 飛行後までの日本人フライトサーजनによる健康管理体制が確立している。

フライトサーजन(Flight Surgeon:FS): 宇宙飛行士の健康管理及び航空宇宙医学の研究を行う専門医

以上のA～Eの事項について、以下の2つの会議で検討し、安全の確認を行った。

- ・ 日本人宇宙飛行士ソユーズ宇宙船27S搭乗支援隊主任会議(5/12)
- ・ 第23-5回 安全審査委員会(5/23)

3. 日本人搭乗員の安全確認に係る今後のJAXAの作業(1/2)

(1) ソユーズ打上げ前

- ① 5月26日に日本人宇宙飛行士ソユーズ宇宙船27S搭乗支援隊主任会議を開催し、JAXA内の安全確認状況及び支援体制についての最終確認を行う。
- ② 打上げ2日前(6月6日)に開催されるロシア宇宙庁主催の最終確認会(State Commission)において、TMA-02Mの打上げ準備状況の最終確認を行うとともに、JAXAから古川宇宙飛行士の準備が整っていることを報告する。

(2) ソユーズ打上げ時から古川宇宙飛行士のISS入室まで

モスクワのミッション管制センター及び筑波宇宙センターの「きぼう」運用管制センターにおいてリアルタイムの飛行監視を行う。

3. 日本人搭乗員の安全確認に係る今後のJAXAの作業(2/2)

(3) 長期滞在中の対応

- ① きぼう運用管理会議において安全確認を行うとともに、必要に応じて運用に関する意思決定を行う。
- ② 週2回開催されるNASAのISSミッション管理会議(IMMT)で運用中の安全確認を行う。
- ③ ISSに何らかの懸念事項が発生した場合には、JAXAの運用安全担当がNASAの運用安全担当と直接連絡をとって、対応がとれる体制を維持しており、必要な場合にはIMMTにおいて調整を行う。

(4) ソユーズ帰還

- ① 27Sソユーズの帰還前確認は、ロシアでは29Sソユーズ打上げ前のGDRで確認される予定であり、JAXAは当該GDRに出席し、27Sの帰還の安全性を確認する計画である。
- ② NASA主催のSORR及びFRRにおいても、ソユーズの帰還前には、安全が評価されるため、JAXAは当該審査会に出席し、NASAの判断を確認する計画である。

IMMT : ISS Mission Management Team
SORR : Stage Operation Readiness Review
FRR : Flight Readiness Review
GDR : General Designer's Review

〔添付1〕ソユーズシステム(1/2)

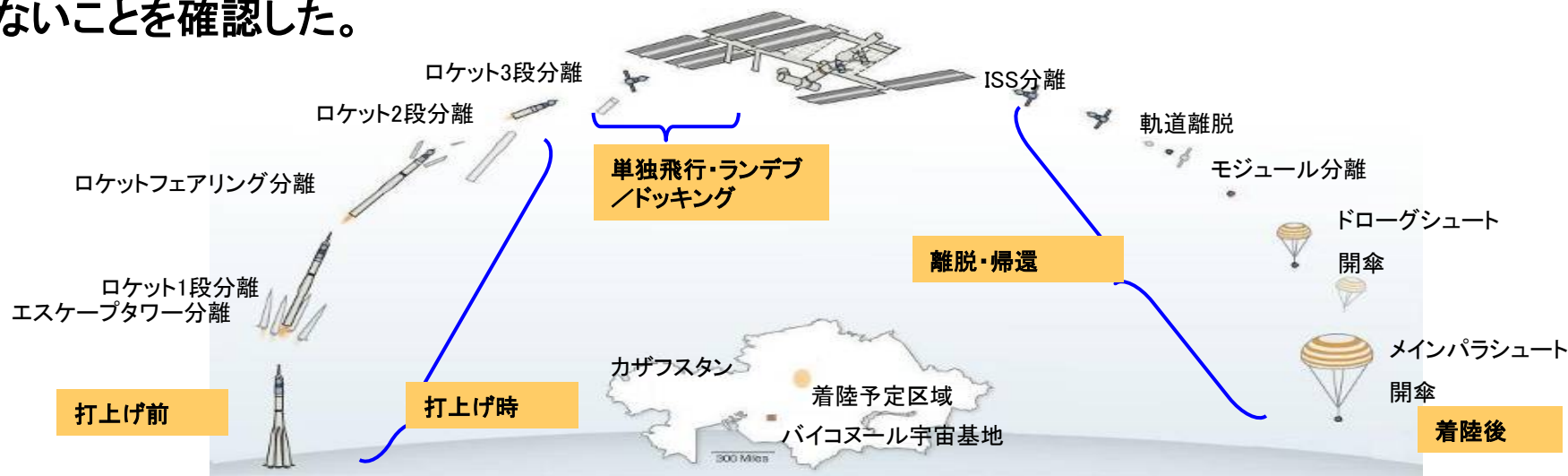
1. ソユーズシステムの特徴

- ① ソユーズシステムはシャトルと異なり、着陸の際に滑走路を必要とせず、自然に帰還モジュールの底面が進行方向を向く安全姿勢をとるなど、多くの部分で能動的な制御を行うことなく、自ずから安全な状態を有する設計となっている。
- ② 1967年に運用を開始して以来、これまでに113機のソユーズ宇宙船が打上げられている。ソユーズ1号(1967年:搭乗員1名喪失)、ソユーズ11号(1971年:搭乗員3名喪失)の事故で搭乗員喪失の事故が発生したが、その後約40年にわたり搭乗員を喪失あるいは重大な傷害に至る事故は発生していない。
- ③ 既存の技術をできるだけそのまま次に反映して技術的な成熟度を高めている。
- ④ 長年にわたりソユーズに携わっている熟練した技術者が多く、既知の技術を中心に、顕在化する問題に適切に対応する体制になっている。これは、システムが維持設計であることと関連している。

[添付1] ソユーズシステム(2/2)

2. ソユーズ宇宙機システム(ソユーズロケット及び宇宙船を含む)の安全性

- 野口飛行士のソユーズ搭乗時(2009年12月)にソユーズ往還機の安全に関する調査・検討を行い、ソユーズ運用の各フェーズにおけるいかなる緊急時にも、搭乗員を無事に帰還させることができるシナリオであることを確認した。
- 古川飛行士が搭乗するソユーズ27Sにおいても、搭乗員に対する安全化シナリオに変更はないことを確認した。

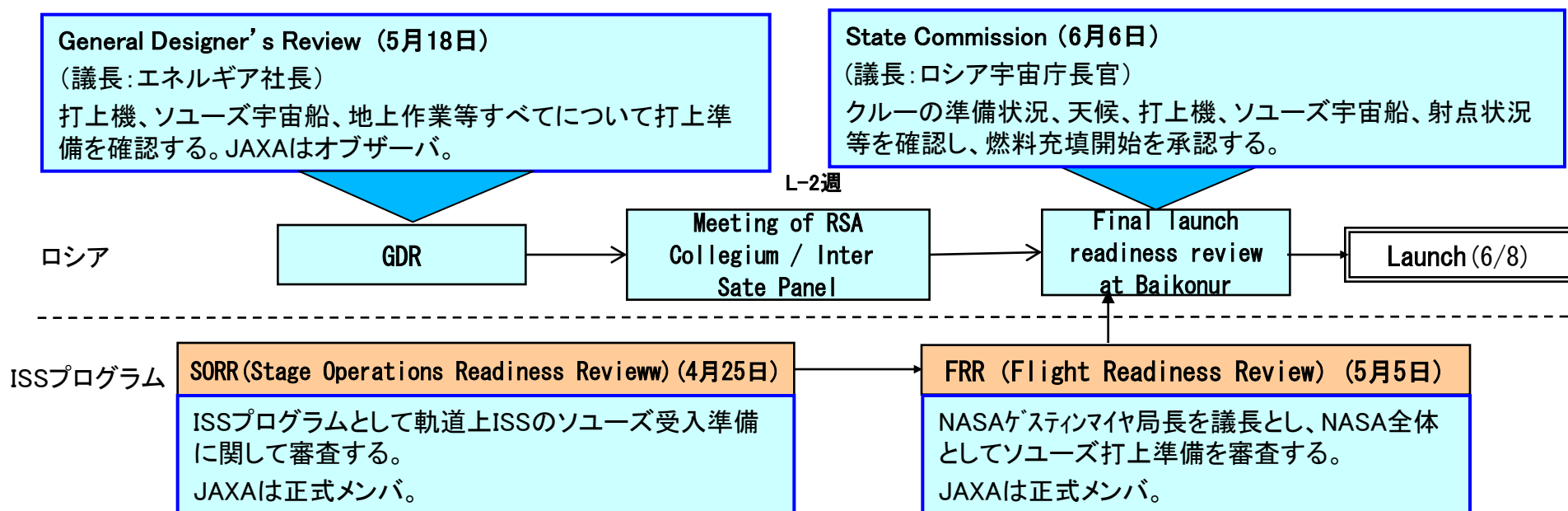


打上げ前	クルー搭乗用ハッチから脱出しサービスタワーを経由して退避。
打上げ時	アボートして、帰還モジュールごと脱出し退避・帰還。
単独飛行・ランデブ・ドッキング	自動安全運用 ⇒ 手動運用 ⇒ 運用不可の場合、帰還。
離脱・帰還	強制アンドック+緊急帰還(いつでもどこからでも帰還可能)
着陸後	着陸予定区域外であっても、救出されるまで耐え得る装備を持つ。

〔添付2〕ソユーズシステム意思決定プロセス

ソユーズ打ち上げからISSへのドッキングのためのロシア及びNASAの意思決定プロセス

ロシア及びNASAはソユーズシステム及びその運用について適切な安全確保・確認プロセスを有し、27Sにおいても運用している。なお、帰還時においても同様のプロセスで安全確認を行っている。



〔添付3〕 新型ソユーズシステムの概要

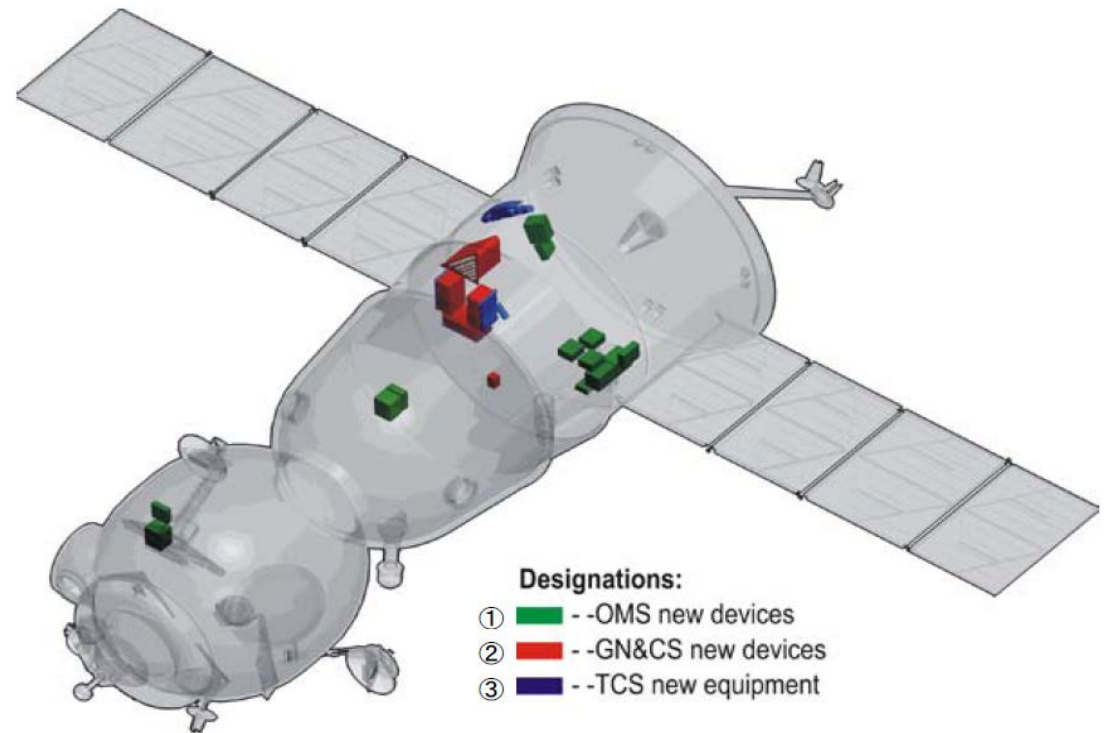
- 古川宇宙飛行士が搭乗する27Sは2010年10月に初飛行した新型ソユーズの2号機(TMA-02M)である。
- 新型のTMA-Mでは、従来のTMAから電子機器等を小型高機能化した。

＜システムの主な変更点＞

- ・ 航法誘導・制御システム(GN&CS)やテレメトリ管理システム(OMS)を構成する電子機器類を新型に換装・統合
- ・ 新型機器の排熱に対応するための熱制御システム(TCS)改良

＜改良点＞

- ・ メインコンピュータの新型化による処理能力向上とクルーの作業負担軽減
- ・ 貨物の搭載量がこれまでの50kgから120kgに増加



(ロシア・エネルギー社HPより)