
古川宇宙飛行士のソユーズ宇宙船 帰還に関する安全確認結果について

2011年 11月16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

古川宇宙飛行士がソユーズ宇宙船(27S/TMA-02M号機)に搭乗して国際宇宙ステーションから帰還することに関して、安全確認を行ったので報告する。

(2) 安全確認の内容

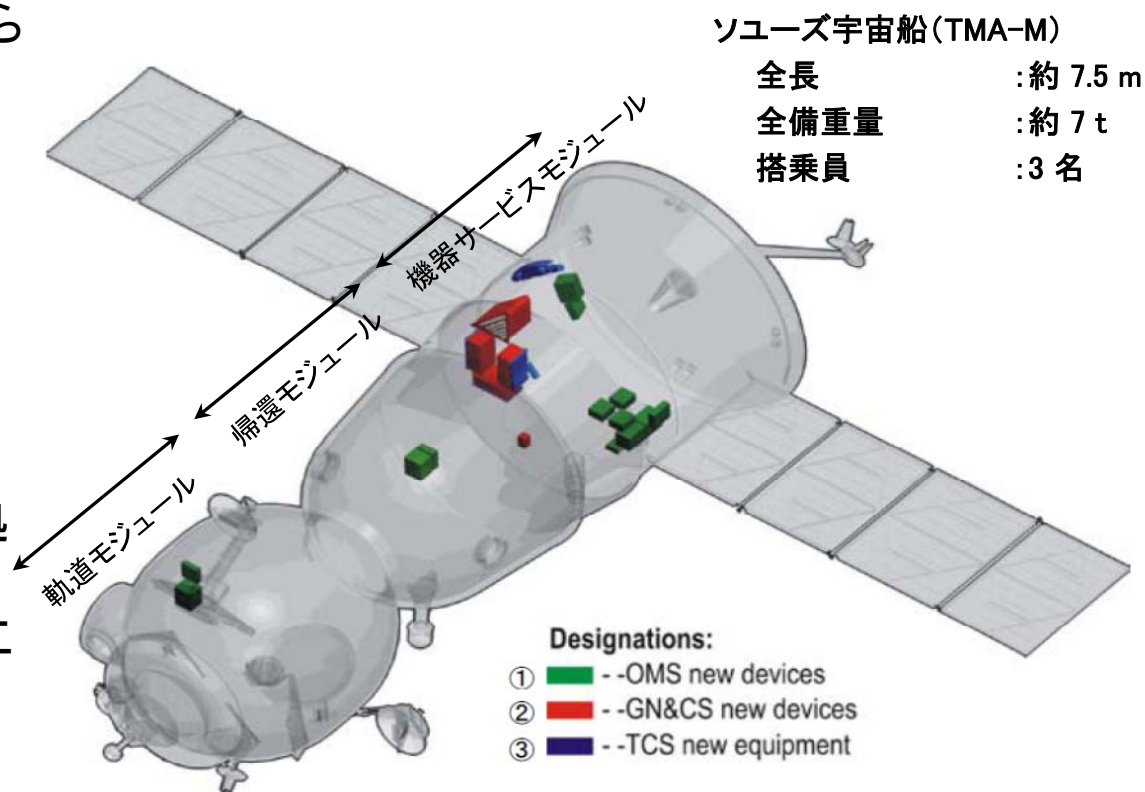
- A. 古川宇宙飛行士が搭乗するソユーズ宇宙船の安全が確保されていること。
 - a. ロシアがISS搭乗員をソユーズ宇宙船により国際宇宙ステーションから安全に帰還させる準備を整えたこと。準備には地上側の支援体制及び帰還時の回収体制の整備を含む。
 - b. NASAが国際宇宙ステーション搭乗員の輸送機であるソユーズ宇宙船の安全を確認していること。また、回収後の宇宙飛行士の健康状態を管理する体制を整えたこと。
- B. 古川宇宙飛行士の訓練及び健康管理活動が適切に行われていること。

2. 新型ソユーズ宇宙船の概要及び帰還軌道 (1/2)

- 古川宇宙飛行士が搭乗したソユーズ宇宙船(27S/TMA-02M号機)は、2010年10月に初飛行した新型ソユーズ宇宙船の2号機である。
- 新型のソユーズ宇宙船は、従来型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
- ・ 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することにより、貨物の搭載量をこれまでの50kgから120kgに増加
- ・ 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



(ロシア・エネルギー社HPより)

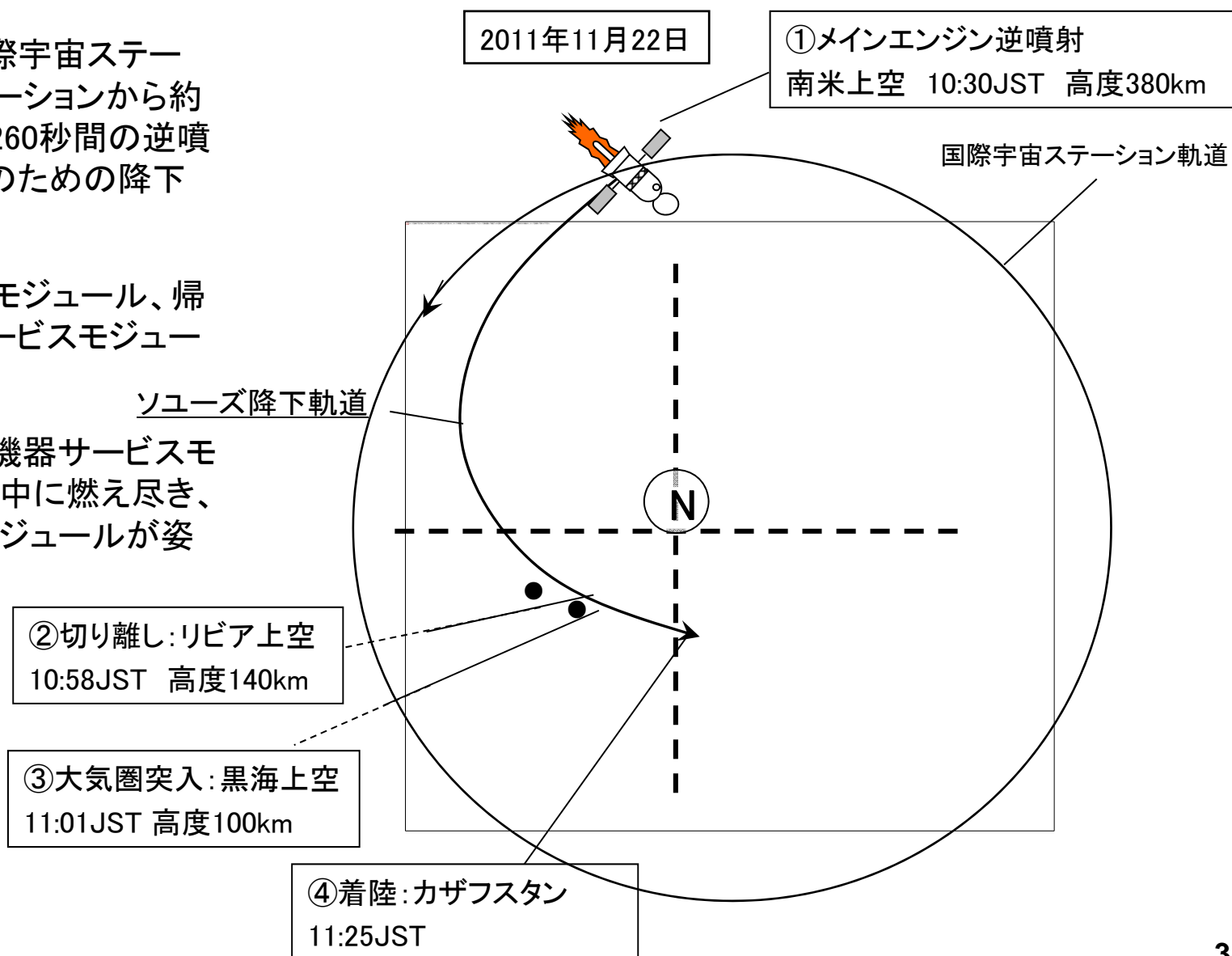
2. 新型ソユーズ宇宙船の概要及び帰還軌道 (2/2)

①ソユーズ宇宙船が国際宇宙ステーションから離脱し、ステーションから約20 km離れた時点で約260秒間の逆噴射により、大気圏突入のための降下軌道に入る。

② 高度約140kmで軌道モジュール、帰還モジュール、機器サービスモジュールを分離する。

③ 軌道モジュール及び機器サービスモジュールは大気圏突入中に燃え尽き、搭乗員を乗せた帰還モジュールが姿勢を保ちながら降下。

④ 帰還モジュールは高度10kmでパラシュートを開き直陸。



3. 安全確保・確認の結果(1/4)

A. 古川宇宙飛行士が搭乗するソユーズ宇宙船の安全が確保されていること

(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 NASAは古川宇宙飛行士を含む日本人ISS搭乗員の輸送責任があるが、NASAはその輸送サービスをロシアから購入しており、輸送機であるソユーズ宇宙船及びその運用の安全を確認する責任がある。
 - ③ 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、ソユーズ宇宙船により国際宇宙ステーション(ISS)からISS搭乗員を安全に帰還させる第一義的な責任がある。
- ③に関し、NASA及びロシアは以下を実施した。
- ㊦ NASAはソユーズ宇宙船による搭乗員帰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、ソユーズ宇宙船の帰還及びその運用に関して、27Sに安全上の課題がないことを確認した。

3. 安全確保・確認の結果(2/4)

A. 古川宇宙飛行士が搭乗するソユーズ宇宙船の安全が確保されていること

(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宇宙船に関して、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、ソユーズロケット、宇宙船及びその運用一般、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。

- ・ 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)

その後のソユーズ宇宙船の打上げ及び帰還に対しても継続的に調査、検討を続けており、これらが現在でも有効であることを確認した。

② 今回が2号機となる新型ソユーズ宇宙船(27S/TMA-02M号機)の変更点が安全制御に影響を及ぼさないことを確認した。

3. 安全確保・確認の結果(3/4)

A. 古川宇宙飛行士が搭乗するソユーズ宇宙船の安全が確保されていること

(2) JAXAによる安全確認 (つづき)

- 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、NASA及びロシア地上支援体制と回収体制の整備、搭乗員の訓練及び健康状態について、問題のないことを確認した。なお、21S帰還の経験を有する野口飛行士を含めたJAXAの要員がロシア／NASAの体制に加わり、古川飛行士の帰還を適切に支援できる体制としている。

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

審査会における確認の過程で、以下の事項について報告されたが、評価を実施した結果、安全が確保されると判断し帰還に合意した。

評価項目	事象概要	評価結果
中型スラスタの出力低下	軌道離脱噴射時に主エンジンに異常が発生した場合のバックアップとして使用される中型スラスタの4機のうちの1機の出力が60%に低下している。	通常帰還には主エンジン系統(2系統の供給系を含む推進系システム)を使用する。システムは現在健全な状態が維持されている。 主エンジン異常の際には、4機の中型スラスタを使用するが、不具合のスラスタと対となるスラスタが使用できない場合でも、残りの2機のスラスタで帰還することは可能。
CO2分圧表示異常	ガス分析装置のキャリブレーション不具合で、CO2分圧が正しく表示されない。	帰還は短時間であることからCO2分圧の監視は不要であるが、帰還延期の場合にCO2除去カートリッジを使用制限時間で交換することで、CO2分圧上昇は防げる。
日の出前の着陸	ソユーズ宇宙船の着陸予定時刻が日の出前約30分となる。	本ルールは、着陸時の目視確認を容易にするためのものであるが、日の出前で、遠方からの目視による捜索ができない場合であっても、ビーコンによる捜索が可能。

3. 安全確保・確認の結果(4/4)

B. 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

古川宇宙飛行士の訓練、健康管理についてJAXAは以下を確認し、飛行の準備が整ったことを確認した。

- ① 古川宇宙飛行士はソユーズ宇宙船のフライトエンジニアとして、打上げ前に帰還を含めた各種訓練を受け、認定試験に合格している。なお、帰還前にソユーズ宇宙船の帰還時運用に関する最終的な手順の確認(11月7日及び11日)を実施している。
- ② JAXAのフライトサージャンが、古川宇宙飛行士の宇宙ステーション長期滞在中継続して健康状態の確認を実施しており、帰還に問題はない。

フライトサージャン(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

4. 安全確認の結果

以上のA～Bの事項について、本年11月15日にJAXA副理事長を議長とする第23-6回 安全審査委員会において審議し、JAXAとして古川宇宙飛行士が搭乗するソユーズ宇宙船(27S/TMA-02M号機)による帰還の安全が確保されていることを確認し、ソユーズ宇宙船27Sによる帰還の実施を承認した。

5. 古川宇宙飛行士の安全確認に係る今後のJAXAの作業

(1) ソユーズ宇宙船帰還前

- ① JAXA は、11月17日に開催されるISSミッション管理会議(IMMT)に出席し、最終的な帰還の準備状況を確認する。
- ② JAXA は、着陸地に近いクスタナイにおいて帰還2日前に開催されるロシア主催のソユーズ宇宙船探索及び回収準備状況の確認(Landing Commission)に参加し、最終的な準備状況を確認する。

IMMT : ISS Mission Management Team

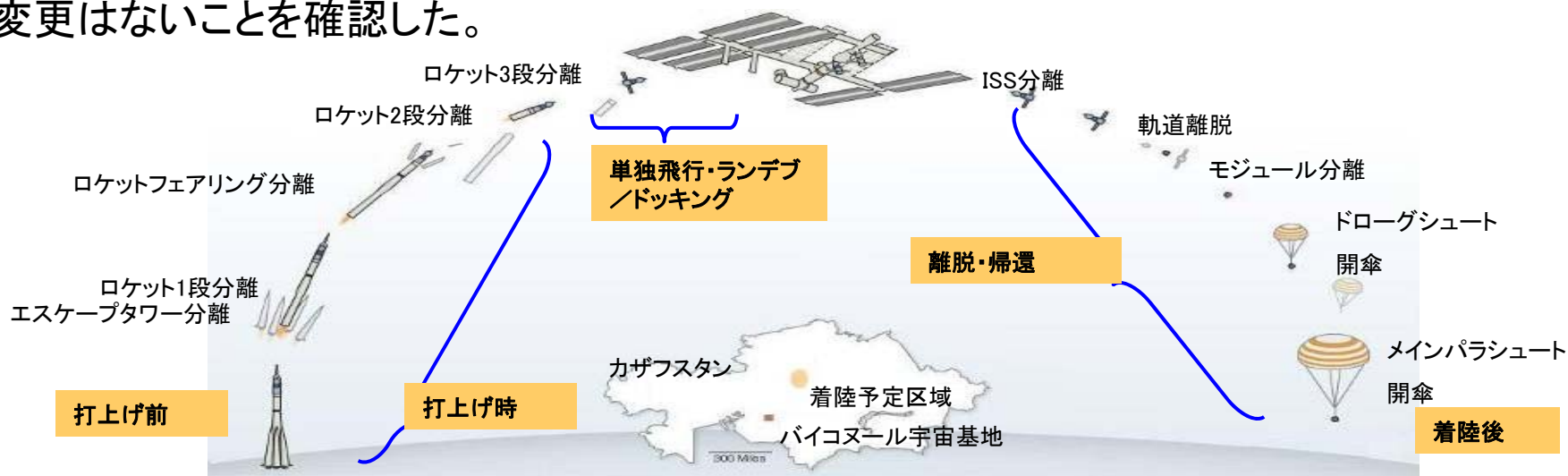
(2) ソユーズ宇宙船帰還時の確認

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、古川宇宙飛行士が帰還するソユーズ宇宙船への搭乗、帰還前機能確認、宇宙ステーションからの離脱、着陸及び宇宙船からの降機までの状況について、リアルタイムで監視する。

〔添付1〕ソユーズシステム

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)にソユーズ宇宙船の安全に関する調査・検討を行い、ソユーズ宇宙船運用のすべてのフェーズにおいて緊急時に搭乗員を無事に帰還させることができるシナリオが整備されていることを確認した。
- 古川飛行士が搭乗するソユーズ宇宙船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。



フェーズ	安全化シナリオ
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

ソユーズ宇宙船帰還に係るロシア及びNASAの意思決定プロセス

ロシア及びNASAはソユーズ宇宙船の安全確保・確認プロセスを有しており、27Sにおいても適切に履行していることを確認した。

