

野口宇宙飛行士の米国商業宇宙船搭乗 及びISS長期滞在に係る安全確認の結果について

本資料は、野口宇宙飛行士のスペースX社クルードラゴン宇宙船への搭乗及びISS長期滞在ミッションの開始に先立ち、JAXAが実施した安全確認活動の結果を報告するものである。

なお、A改訂ではNC版にて予定としていたp.5、p.6、p.7、p.11の該当個所の確定を行った。

2020年11月12日 A改訂

2020年11月10日 NC版

宇宙航空研究開発機構(JAXA)

理事 佐々木 宏

信頼性統括

USCV安全確認チーム長

理事補佐 泉 達司

(参考) Crew-1ミッション概要

■ クルードラゴン宇宙船運用初号機(Crew-1)飛行計画

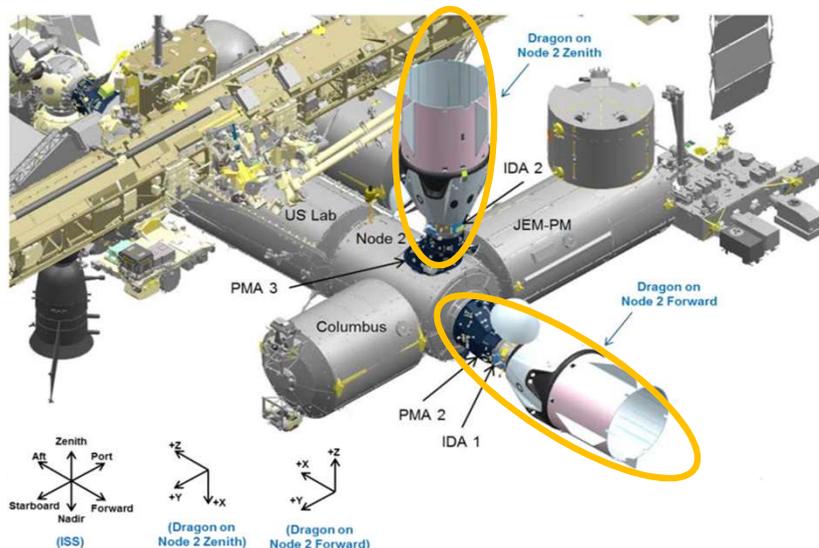
野口宇宙飛行士は、ミッションスペシャリスト1として搭乗する

打上げ予定日時: 2020年11月15日(日) 9時49分(日本時間)

ドッキング予定日時: 2020年11月15日(日) 18時4分(日本時間)

ハッチオープン予定: 2020年11月15日(日) (時刻TBD)(日本時間)

飛行期間: 2021年5月1日(TBD)に帰還予定



クルードラゴン宇宙船(Crew-1)のドッキング位置
(ノード2前部(Forward)もしくは天頂部(Zenith)の
国際ドッキングアダプター(IDA)にドッキング)



クルードラゴン宇宙船(Crew-1)の着席位置
4名のクルーが搭乗し野口宇宙飛行士は、一番左
(向かって一番右)の席に搭乗する。

目次

1. 経緯と目的
2. 安全確認の概要
3. 安全確認結果
4. 今後の作業計画
5. まとめ



© NASA

1. 経緯と目的

- 本年5月、第56回宇宙開発利用部会にて、
 - スペースX社並びにボーイング社による米国商業有人宇宙船(USCV)の開発の経緯と概要
 - JAXAのUSCV安全確認チームの活動の状況と進め方について報告した。
- 7月、第57回宇宙開発利用部会にて、
 - スペースX社によるクルードラゴン宇宙船の有人試験飛行(Demo-2)の実施状況と運用機の打上げスケジュールの見通し
 - クルードラゴン宇宙船の安全確認状況について報告した。
- 本資料は、野口宇宙飛行士のスペースX社クルードラゴン宇宙船への搭乗及びISS長期滞在ミッションの開始に先立ち、JAXAが実施した安全確認活動の結果を報告するものである。

2. 安全確認の概要

1. USCVにおける日本人搭乗員安全確認方法の基本的な考え方

- (1) JAXAは、自らの職員の安全確保の責任がある。
- (2) 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USCVの安全を契約主として確認する責任がある。
- (3) USCVプロバイダ(今回はスペースX社)は、USCVの設計、製造及び運用の責任主体として、日本人搭乗員を含むISS搭乗員をISSへ安全に輸送し、帰還させる一義的な責任を有する。

2. JAXAの安全確認の内容

- (1) 野口宇宙飛行士が搭乗するクルードラゴン宇宙船及びその打上げロケットの安全性確認
- (2) 野口宇宙飛行士の滞在期間に係るISS全体の安全確認
- (3) 野口宇宙飛行士の訓練及び健康管理状況の確認
- (4) ISSプログラムの調整・意思決定プロセス／責任履行状況の確認
- (5) 全段階(打上～帰還)の網羅的な安全確認

3. 安全確認の結果

以上の確認の結果を本年11月10日、JAXA安全審査委員会で審議し、JAXAとして野口宇宙飛行士の打上げ及び長期滞在の安全が確保されていることを確認した。

3. 安全確認結果(1/5)

1. 野口宇宙飛行士が搭乗するクルードラゴン宇宙船(Crew-1)及びその打上げロケットのシステム安全性確認

(1) 以下の項目について、USCV安全確認チーム活動による確認結果を最終的に安全審査委員会で確認した。

- ① USCV開発・運用要求の妥当性
- ② ハザードの識別とその制御方法に対する妥当性
- ③ NASA安全確認プロセスの妥当性
- ④ 無人・有人試験飛行前後における安全
- ⑤ システム認証審査プロセス及び飛行準備審査プロセスの妥当性と審査結果
- ⑥ Crew-1以降への申し送り事項の識別

(2) 上記①～⑤について第57回宇宙開発利用部会での報告からの進捗を次二頁に示す。

(3) 上記⑥については、Crew-1としてフォローすべき事項は以下の通りである。これらについて、安全上問題ないこと、処理中の事項にもCrew-1の打上げの制約となるものはないことを有人宇宙技術部門にて確認し、最終的に安全審査委員会でも確認した。

- 1) 有人試験飛行(Demo-2)にて発生した不具合の反映、並びに他ミッションにて発生したファルコン9ロケット不具合の反映状況の確認
- 2) Demo-2から運用機への設計・製造・運用更新点の確認
- 3) 運用機において要求逸脱事項とリスクが新たに識別された場合の受入れ根拠の確認

3. 安全確認結果(2/5)

- P.4で示した(1)①～④の確認結果は以下の通り(第57回報告からの更新箇所を下線で示す)
 - ① 要求の妥当性評価 ……完了
 - NASAが定めた最上位の有人要求からUSCVに対する要求仕様への適合性を確認
 - ② ハザードの識別とそれに対する制御の妥当性評価 ……完了
 - ③ 無人・有人飛行試験に対するNASA安全確認プロセスの評価/確認 ……完了
 - ④ 無人・有人飛行試験前後のNASA安全評価確認 ……完了
- 1) NASAとスペースX社間の有人試験飛行(Demo-2)帰還後審査結果
 - JAXAは開催結果の概要を電話会議にて聴取した。
 - 安全上特に重要な熱防護系、パラシュートについては、JAXAからも重点的に質問して理解を深めた上で確認を行った。
 - ほぼ計画通り帰還したが、飛行後に設計変更もしくは運用変更が必要と識別された異常事象が7件あった。何れもJAXAにて対策の妥当性を確認済み。
- 2) 衛星打上げの延期原因となったファルコン9ロケットのエンジントラブルの水平展開
 - 異物混入が根本原因として究明された。
 - クルードラゴン宇宙船運用初号機(Crew-1)打上げ用ファルコン9ロケットの全エンジンの点検がなされ、問題が確認されたエンジンが正常なエンジンに交換された。JAXAとして運用初号機に向けての対策は妥当と評価した。

3. 安全確認結果(3/5)

- P.4で示した(1)⑤の確認結果は以下の通り(第57回報告からの更新箇所を下線で示す)。

⑤ 運用機移行前のNASA認証審査プロセス評価と同審査結果の確認……完了

1) NASAのプログラムレベルでのシステム認証審査(9月3日)、および機構レベルでのシステム認証審査(9月15日)の結果概要を電話会議にて聴取した。

2) NASAの認証審査要求文書の全ての要求項目について検証のクローズを確認した。また同文書へのNASA有人探査運用ミッション局長の署名により、システム認証審査の完了を確認した。

3) システム認証審査プロセスはISSプログラムの審査プロセスに準じていること、審査パッケージは網羅的に要求に対する検証エビデンスが明確になっていること、計画通り審査会が開催され必要な書類に署名がなされていることから、JAXAとしてNASAのシステム認証審査の結果は妥当であると評価した。

|A

|A

3. 安全確認結果(4/5)

2. 野口宇宙飛行士の滞在期間に係るISS全体の安全確認

(1) ISS全体の安全について、NASAの全体とりまとめのもと、ISS計画参加各機関が各々の提供要素の安全確保を行っていることを、SORR(Stage Operations Readiness Review)等の審査会で確認した。

(2) 有人宇宙技術部門では、日常的にISSシステム及びその運用の安全性を確認している。現時点で搭乗員の安全に影響を及ぼす可能性がある不具合として下記1件が識別されており、直ちに安全に影響を及ぼす状況ではないが、引き続きフォローする。

➤ ISSリークレートの上昇(但しスペック内)

2019年9月頃から、ISS船内の窒素分圧の減少率が通常の数倍程度(スペック内)まで上昇しており、リーク箇所の特定制と対処を実施中。これまでの調査により、ロシアサービスモジュール内に疑義箇所を発見し、漏洩箇所の特定制作業を進めている。

(3) JAXAが維持・運用を行っている「きぼう」及び地上システムについても搭乗員の安全に影響を及ぼす事象は発生していないことを確認した。

(4) 船外活動(EVA)の準備状況についても能力が維持されており問題ないことを確認した。

3. 安全確認結果(5/5)

3. 訓練・健康管理の確認

- (1) 野口宇宙飛行士は、クルードラゴン及びISS運用に係る訓練を修了し、Crew-1搭乗クルーとして認定されたことを確認した。
- (2) 野口宇宙飛行士に係る訓練及びJAXAの健康管理についての実施状況を確認し、搭乗員安全に影響を及ぼす事象がないことを確認した。
 - ・ コロナ対策として、野口飛行士含むCrew-1クルーに接触するインストラクタ等はN95マスク着用が義務付けられている。また、原則ロシア、ESA、スペースX社への渡航の際はNASA機を使用。

4. ISSプログラムの調整・意思決定プロセス/責任履行状況の確認

- (1) ISS計画参加各機関が定められた責任を履行しており、新型コロナウイルス対応で通常とは異なる状況下の中でも、リモートでの国際会議、必要最小限人員でのISS運用や打上げ支援要員の渡航等により、感染リスクの最小化を図りつつ、調整・意思決定プロセスも健全に維持されていることを確認した。

5. 全段階(打上げ～帰還)の網羅的な安全確認

- (1) 打上げ準備からヒューストン帰還までの全段階のJAXA搭乗員の活動において想定される安全に影響を与えうる事象に対して適切な対策が講じられていることを網羅的に確認した。

4.今後の作業計画



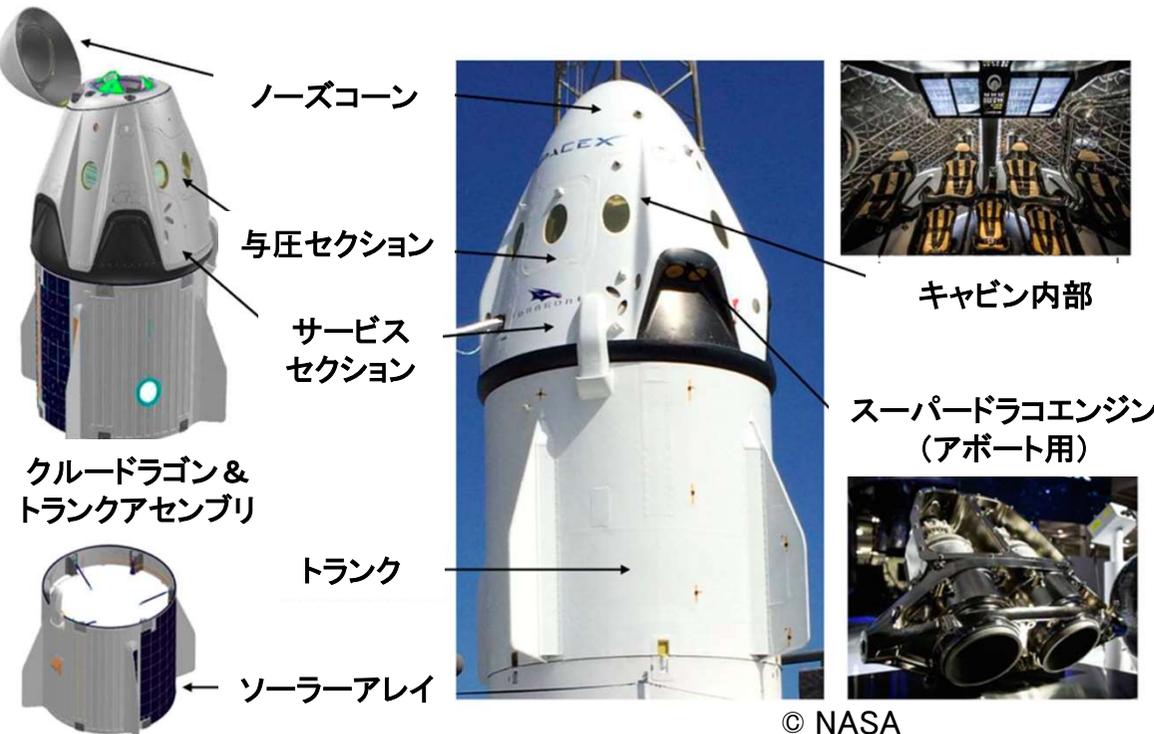
- IMMT (ISS Mission Management Team) 会合にJAXAからも出席し、打上げの可否判断に参加することで、最終的に安全に問題がないことを確認する。
- 打上げ時はNASAジョンソン宇宙センター並びにケネディ宇宙センターにJAXA要員を派遣し、筑波宇宙センターの「きぼう」運用管制室と併せてリアルタイムの情報収集・安全確認を行う。

5. まとめ

- JAXAは2017年7月にUSCV安全確認チームを設置して以来、USCVの安全性に関する調査分析や結果の確認・審議を行ってきた。
- 今回、クルードラゴン宇宙船運用初号機への野口宇宙飛行士の搭乗に当たり、宇宙船及びその打上げロケットの安全性について、問題ないことを確認した。
- その他、ISS全体の安全や、野口宇宙飛行士の訓練・健康管理状況などについても、問題ないことを確認した。
- 以上により、JAXAとしては野口宇宙飛行士をISS長期滞在開始のためクルードラゴン宇宙船運用初号機に搭乗させることは、安全性評価の観点から妥当であると評価する。

(参考資料)

スペースX社/クルードラゴン宇宙船とファルコン9ロケットの概要



© NASA

クルードラゴン
 (複数回のミッションが可能な設計。ISSミッションでの再使用は未定)

ファルコン9 ロケット2段目
 • Merlin Vacuum Engine 1基搭載
 (噴射時間 397秒)

ファルコン9 ロケット1段目
 • Block 5 Design
 (フライバック機能あり。ISSミッションでの再使用は未定)
 • Merlin Engine 9基搭載
 噴射時間 162秒
 7607 kN (1.7m lbf) 推力



- 打上げ実績:94回*
 (内打上げ失敗2回)
 *2020年9月23日現在、2020年1月実施のインフライトアボートテストを含む
- 打上げ成功率:97.87%

スペースX社/クルードラゴン(別名:ドラゴン2)	
打上ロケット	スペースX社 ファルコン9 Block5
乗員	7名(最大)(ISS向けでは4名となる)
射場	ケネディ宇宙センター(フロリダ州) / 射点:LC39A
打上管制	ケープカナベラル(フロリダ州)
運用管制	ホーソン(カルフォルニア州)
アボート手段	宇宙機エンジンでロケットから離脱
帰還方法	パラシュート降下し、海面に着水
回収地点	大西洋(フロリダ州沖)着水エリア メキシコ湾岸着水エリア

源泉:NASA CCP Press Kit 等

© NASA

クルードラゴン宇宙船ミッションシーケンス概要



T：打上げ時刻

注) 上記の時刻や日程は有人試験飛行で予定されたもの

クルードラゴン有人試験飛行(Demo-2)ミッション結果概要

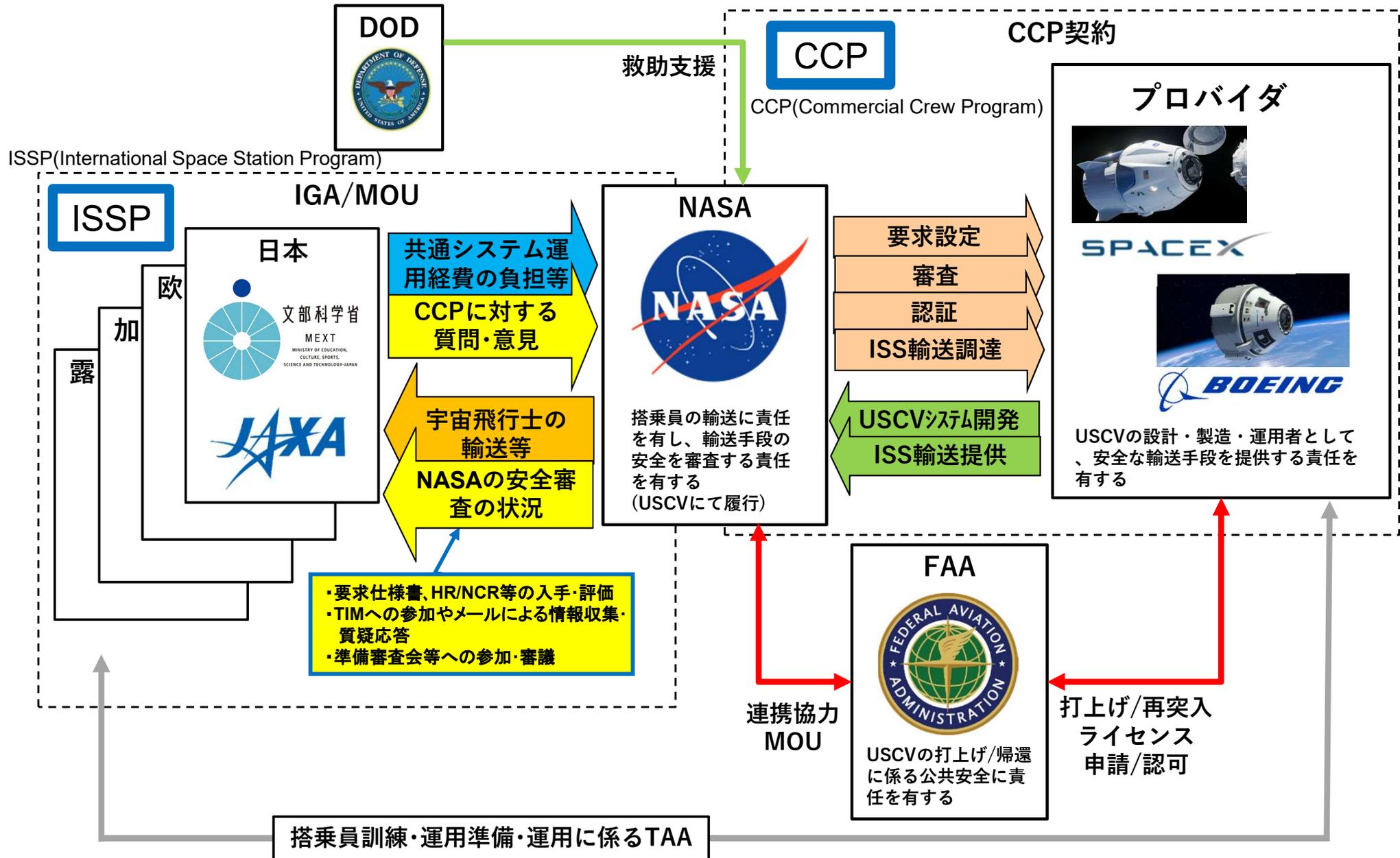
- ・ NASAのダグラス・ハーリー宇宙飛行士、ロバート・ベンケン宇宙飛行士の2名を乗せた宇宙船は2020年5月31日にNASAケネディ宇宙センターから打上げられ、打上げは成功。
- ・ ファルコン9ロケットによる打上げ/上昇時の航法・誘導制御機能の確認、ISS遠方域及びISS近傍におけるクルーによるマニュアル操縦機能等の確認を順調に経た後、同日、予定通り自動制御にてISSヘドッキング完了。その後、ISS係留時における各種機能の確認を実施。
- ・ 約2ヶ月間にわたるISSでの活動終了後、8月2日にISSから離脱し、同3日、米国フロリダ州ペンサコーラ沖に予定通り着水・帰還。

(日時は全て日本時間)



USCVを巡る各極の責任分担

USCVを巡るNASA/プロバイダ/ISS国際パートナーの関係



JAXAのUSCV安全確認チームについて

安全確認の進め方について



- チームとして実施する安全確認項目は、スペースX社クルードラゴンとボーイング社スターライナーそれぞれについて、以下の通りである。
 - a. 要求の妥当性評価
 - b. ハザードの識別とそれに対する制御方法の妥当性評価
 - c. 無人・有人飛行試験に対するNASA安全確認プロセスの評価/確認
 - d. 無人・有人飛行試験前後におけるNASA安全評価結果の確認
 - e. 運用機移行前のNASA認証審査プロセスの評価と同審査結果の確認
- 上記に係る安全確認は、NASAから文書やメール等で提供される情報の他、NASAの主催による多極間技術調整会合や審査会などへの出席を通じて得た情報を基に実施している。
- 開示される文書では機微な設計情報や検証情報が削除されており、ロケットに関するハザードレポートもリストのみの提示となっている等、米国の輸出管理と知的財産権の制約内においてUSCVの安全確認活動に必要な技術情報を最大限に入手。
- JEM/HTVの開発・運用に加え、米国スペースシャトル並びにロシア・ソユーズ宇宙船への日本人宇宙飛行士搭乗に伴う安全評価活動を通じて蓄積したJAXAの知見に照らして評価を実施。
- 情報収集に限界がある場合には、NASAの安全確認プロセスとそのプロセスに基づくNASAの評価結果をJAXAとして確認する方法により、安全確認活動を適切に実施している。