

米国商業有人宇宙船 安全確認状況報告(その2)

本資料は、USCVへの日本人宇宙飛行士の搭乗に先立ち、JAXAが実施中の安全確認活動について、現状と今後の進め方を報告するものである。

2020年7月21日

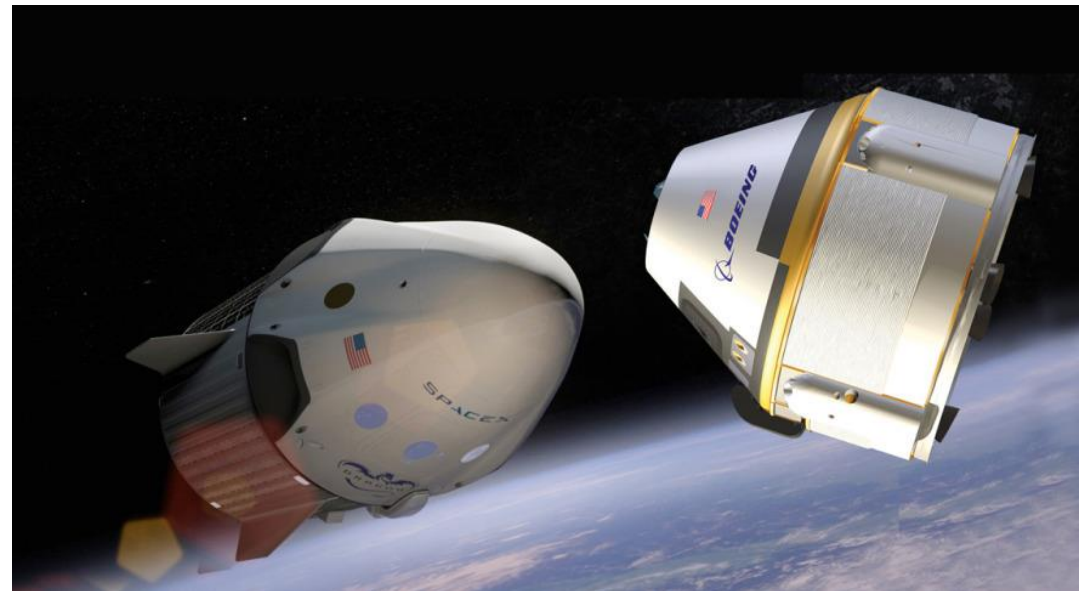
宇宙航空研究開発機構(JAXA)

信頼性統括

USCV安全確認チーム長

理事補佐 泉 達司

1. 経緯と目的
2. JAXA USCV安全確認チーム活動の進捗状況
3. 今後の予定

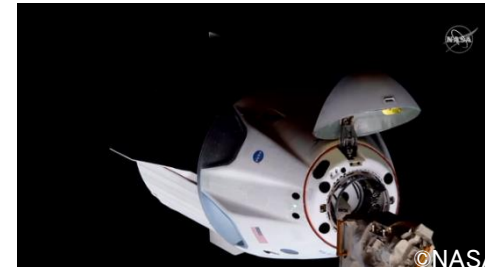


1. 経緯と目的

- 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。
 - NASAとスペースX社は2019年3月にクルードラゴン宇宙船の無人試験飛行(Demo-1)を行い、打上げから帰還に至る基本的な能力を実証。
 - 軌道/姿勢の自律的な決定及びマヌーバ、ISSクルー並びに地上管制官からのコマンド制御、ISSとのドッキング、指定域への帰還・着水など
 - 2020年1月にはインフライトアボートテストに成功。
 - クルードラゴン宇宙船が飛行中のファルコン9ロケットから安全に緊急離脱できることを実証。
- NASAとスペースX社は、5月31日に有人試験飛行(Demo-2)としてクルードラゴン宇宙船を打上げ。同日ISSへのドッキングに成功。現在、ミッションを計画通り遂行中。
 - Demo-2では宇宙船クルーへのデータ表示やコマンド処理、同クルーによるマニュアル操縦機能、室内環境制御、トイレ機能など、クルーとのインタフェースに係る機能も含め実証。
- 今後、有人試験飛行の成功を踏まえたNASAによる宇宙船システムの認証審査や一連の打上げ準備審査を経て、クルードラゴン宇宙船運用機の打上げが8月末以降に想定されるところ、今回はクルードラゴン宇宙船に特化して、JAXAの安全確認の活動進捗と今後の見通しについて報告する。

2. JAXA USCV安全確認チーム活動の進捗状況 有人試験飛行(Demo-2)の状況

- ・ 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4時22分にNASAケネディ宇宙センターから打上げられ、打上げは成功。
- ・ その後も順調に飛行し、5月31日23時27分にドッキング。その後6月1日1時30分にISSと宇宙船間のハッチが開かれISSへの入室を果たした。
- ・ 今回の試験飛行では、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、予定通り自動制御にてISSへドッキング完了。現在ISS係留時における各種機能の確認を実施中。
- ・ JAXAでは宇宙飛行士の宇宙船への搭乗開始からISSへの入室完了まで、NASAからの情報連絡も受けつつミッションのモニタを行った。
- ・ 今後ISSから離脱し、米国フロリダ半島沖(バックアップ:メキシコ湾ペンサコラ沖)に着水・帰還予定(帰還時期は8月頃を目途にNASAで検討中)。(日時は全て日本時間)



2. JAXA USCV安全確認チーム活動の進捗状況

安全確認の状況



- 進捗状況は以下の通り(前回報告時からの更新箇所を下線で示す)。
 - a. 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
 - b. ハザードの識別とそれに対する制御の妥当性評価・・・完了
 - スペースX社クルードラゴン分は完了。
 - 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・・・完了
 - 有人飛行試験ミッション機の帰還に係る安全審査及び運用準備審査まで確認済。
 - d. 無人・有人飛行試験前後のNASA安全評価確認・・・一部完了
 - ① 有人試験飛行の打上げ前及び打上げ・ドッキング完了時点までの安全評価を完了。
 - JAXAもモニタ結果とNASAからの共有情報を基に、打上げ／飛行運用が良好に進捗し、搭乗員の安全やミッション成否に直接影響する不具合が無いことを確認。
 - ② 引き続き帰還に向け安全を含む準備状況を確認すると共に、帰還後のNASA評価も踏まえ、クルードラゴン宇宙船の能力に安全上の問題が無いことを確認予定。

2. JAXA USCV安全確認チーム活動の進捗状況 安全確認の状況(続き)

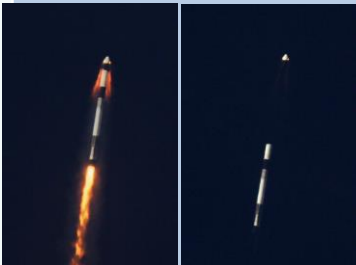


- 進捗状況(続き)(前回報告時からの更新箇所を下線で示す)。
 - e. 運用機移行前のNASA認証審査プロセス評価と同審査結果の確認……実施中
 - ① NASAとスペースX社は有人試験飛行ミッションの前半に係る飛行後評価を実施中。同ミッション帰還後に後半の飛行後評価も実施し、最終的に全ての要求への適合を確認予定。
 - ② 要求への適合が確認されれば、宇宙船システムとしての認証がなされる予定。以降、認証内での打上げが可能となり、運用機の運航が開始される見込み。
 - ③ JAXAは他の国際パートナーと共にNASAからクルードラゴン宇宙船システムの認証プロセスについて説明を受け、NASAの然るべき担当部署が技術分野毎に専門的知見と明確な責任分担を以て確実に審査する体制が組まれていることや、スペースX社による有人試験飛行を含めた技術検証の積み重ねの状況についても確認し、NASAやスペースX社からの説明に不備や不合理な点が見受けられず、妥当であることを継続確認中。今後、認証審査の結果を聴取し確認する。
 - ④ JAXAは上記と並行して、運用初号機の打上げ準備に係る審査会に参加し、打上げ/帰還時の地上安全に係るFAAライセンスの取得など運用体制面も含めた機体とクルーの打上げ準備状況の確認を行う。
 - ⑤ 以上を踏まえ、最終的に日本人宇宙飛行士の搭乗に安全上の問題がないことをJAXA内で審査すると共に、これまでのミッションと同様に、打上げ前のNASA審査会においてJAXAとしての見解を表明する。

3. 今後の予定

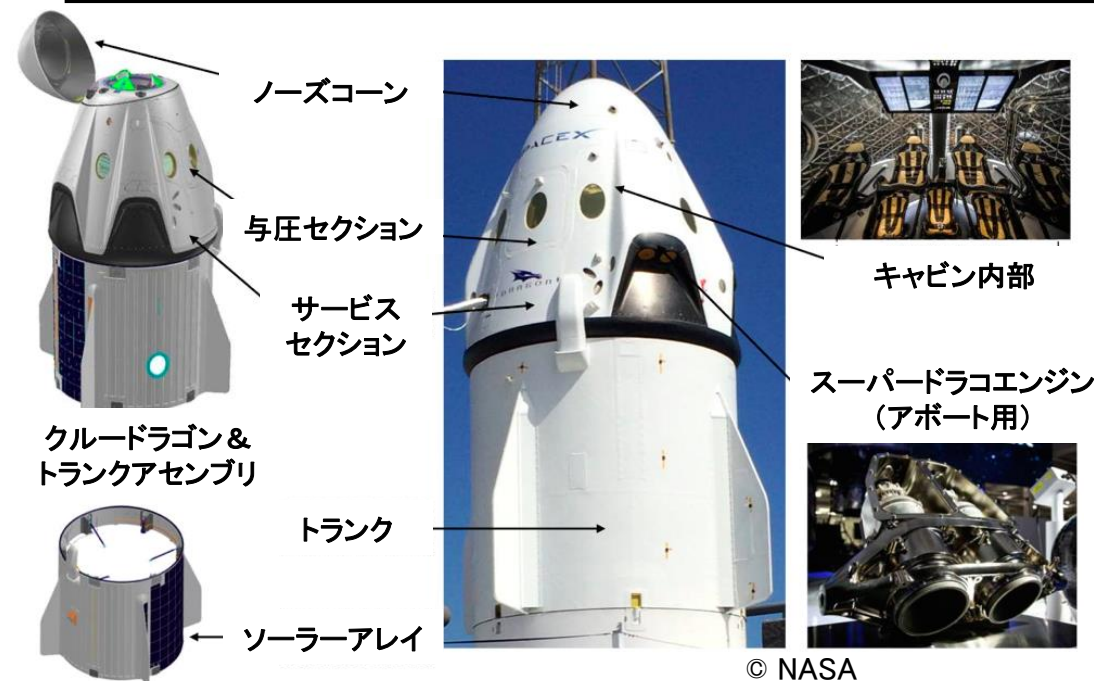
想定されているスケジュール

- ・ クルードラゴンの打上げスケジュールは依然流動的な状況が継続しているが、NASAは有人試験飛行の8月頃の帰還を目途に準備。
- ・ NASAは認証審査を段階的に行うこととして、最終的な認証審査は運用初号機の打上げ1週間前に行われる飛行準備審査会と統合する形での開催を検討中。
- ・ JAXAはNASA認証審査並びに飛行準備審査の過程を通じて、クルードラゴン宇宙船の能力がNASAの要求に適合していること、及び日本人宇宙飛行士の搭乗に安全上の問題がないことを確認予定。
- ・ 以上を踏まえ、運用初号機の打上げ前に宇宙開発利用部会へ最終確認結果を報告する。

2019上半期	2019下半期	2020上半期	2020下半期以降
 無人試験飛行(Demo1) (2019/3/2-8)		 インフライトアバートテスト (飛行中離脱試験) (2020/1/18)	 有人試験飛行(Demo2) (2020/5/31～)  実運用飛行1号機(Crew-1)

(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



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

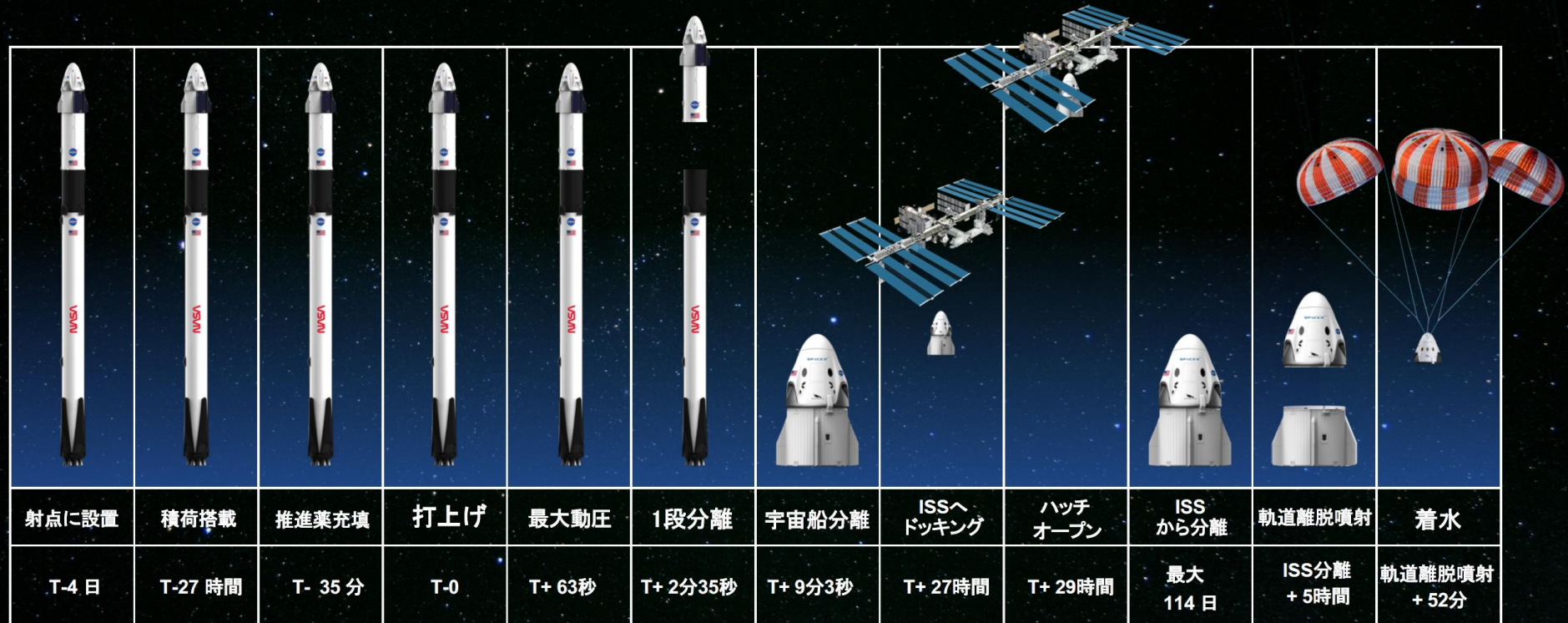


- 打上げ実績: 88回*
(内打上げ失敗2回)
*2020年7月3日現在
- 打上げ成功率: 97.72%

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

クルードラゴン宇宙船ミッションシーケンス概要

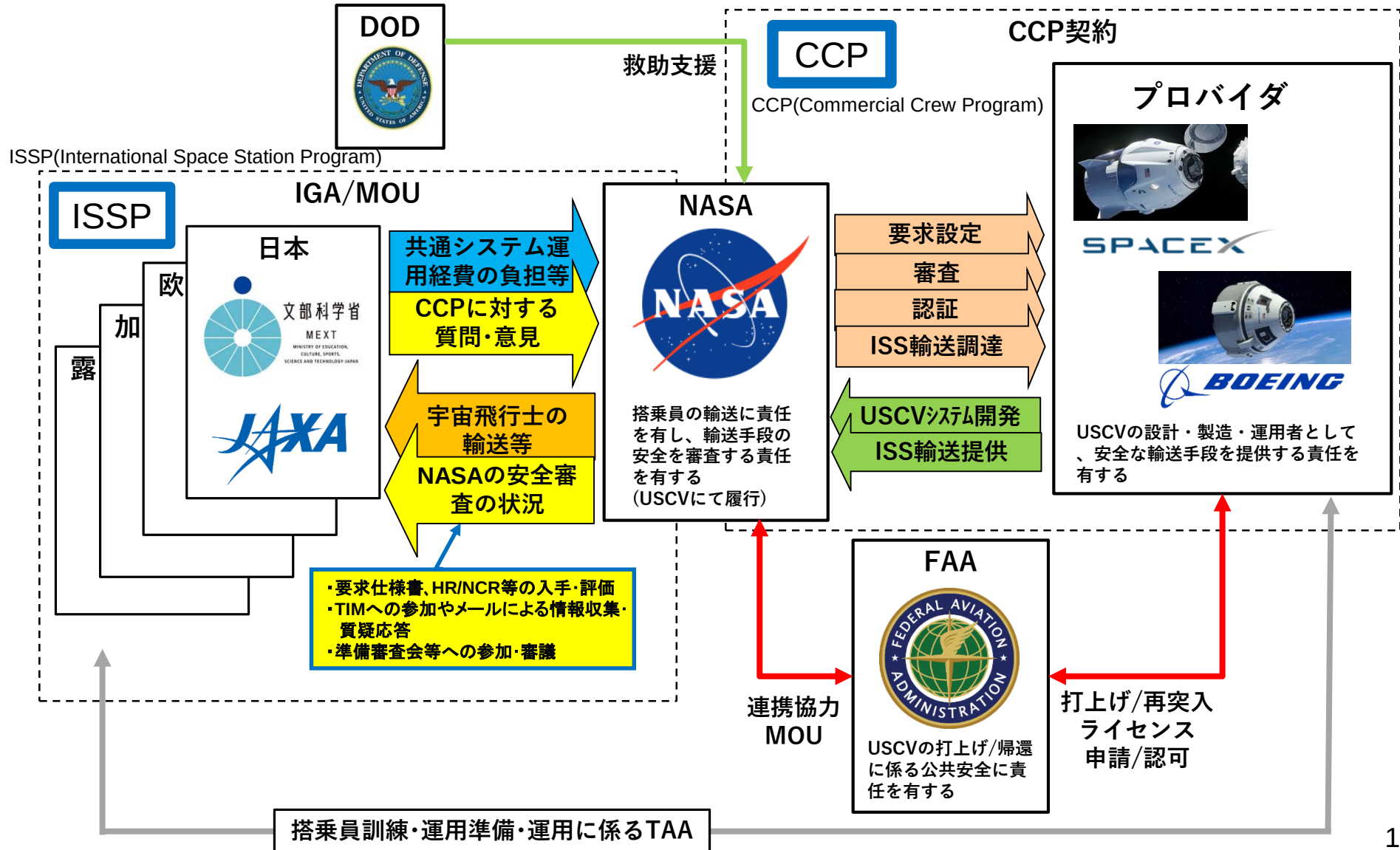


T：打上げ時刻

注) 上記の時刻や日程は有人試験飛行で予定されたもの

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。