

## JCSAT-14号機打ち上げ成功とその舞台裏

JCSAT-14号は、日本時間の5月6日14時22分に米フロリダ州にあるケープカナベラル空軍基地(CCAFS)から打ち上げられ、日本時間の5月16日に無事に静止化に至りました。

JCSAT-14は、JCSAT-2Aの後継機として打ち上げられ、カバレッジ、収容能力ともに拡充した衛星とのこと。Kuバンドについては、日本及びアジア・太平洋地域を中心にカバーし、Cバンドについては、高出力トランスポンダで国際回線の収容能力を大幅に増強し、アジア、オセアニアのみならず、ロシアの可視範囲全域及び太平洋島嶼国をカバーするという事です。

この衛星は、新興のロケット運用会社でイーロン・マスク氏が率いる会社として有名なSpaceX社のFalcon9で打ち上げられたことでも注目されました。

このたび、スカパーJSATでこの衛星の調達プログラムに携わった早坂裕一 技術運用部門衛星技術本部本部長代行に、衛星打ち上げの舞台裏についてお話を伺いました。

**SJR:** 打ち上げ成功おめでとうございます。この衛星は御社で初めて、商用衛星オペレータとして世界で6番目にSpaceXのロケットで打ち上げられたという点でも注目されていましたが(編集部注：SES, Thaicom, Orbcom, ASIASAT, ABSの次)、打ち上げ時期が少し遅れたようですね。

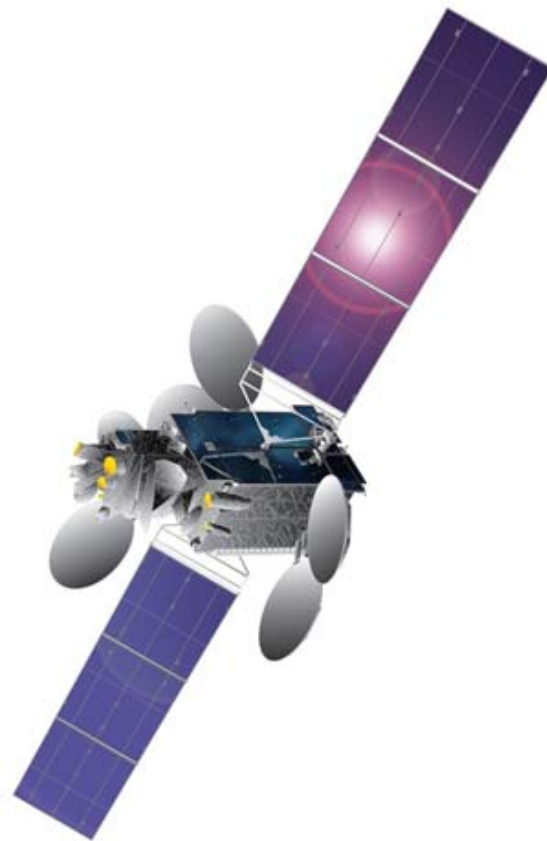
当初の打ち上げ予定は、2015年後半でしたが、打ち上げ機であるFalcon9ロケットに数々の紆余曲折があり、約6ヶ月の遅延となりました。

**打上げが遅れた場合、製造が完了した衛星は何処に保管してあったのでしょうか。また、打ち上げ場所(射場)までどのように運ぶのでしょうか？**

この間、衛星は製造メーカーであるSpace Systems Loral(SSL)社にて保管を行った後、晴れて3月2日の夜中に工場を出荷、陸路にて、約8日間をかけてCCAFS(ケープカナベラル空軍基地)に到着しました。

**精密機器の塊といえる衛星はどのように輸送されるのですか？**

陸送に際し、衛星は内部環境がきちんと管理された、長さ18m、幅5m、高さ4m近い大きさの専用輸送用コンテナに厳重に梱包され、前後を各州の公的機関に先導された大型トレーラに牽引されて進みます。勿論このような大型車両が日中公道を利用すると、いかに車線の広い米国と言えども道路を占有するに近く、また他の車との衝突の可能性も高まる事から、夜間の特定時間帯での移動という事になります。今回はカリフォルニア州パロアルトを出発後、ロサンゼルス、アリゾナ州フェニックス、テキサス州ヒューストンといった米国



▲ JCSAT-14の概観  
イメージ提供：Space Systems Loral (SSL)社

本土の南部を經由し、最終目的地のフロリダ州ケープカナベラルへのルートを移動したそうです。

無事射場に到着したJCSAT-14は、衛星整備棟に搬入され、以降2週間程を費やし、基本的な電気・機械試験を行い、3月24日から4月11日の間一旦作業を休止(別の衛星打ち上げがあるため)、そして4月12日から今度は実際の打ち上げ予定日にぴったり間に合わせるスケジュールで作業を再開しました。



▲ CCAFSに向けて出荷直前のJCSAT-14  
写真提供： Space Systems Loral (SSL)社

射場に到着してから、衛星の搭載機器の状態確認をするわけですね。その他に、どのような作業が行われるのでしょうか？

機器の状態確認作業は約一ヶ月に及ぶ射場作業の前半に行います。4月12日からの後半の作業では推進薬の充填とヘリウムガスによる加圧、太陽電池パネルやアンテナ等の軌道上展開物解放の為の火工品(火薬)の装填といった非常に危険な作業に始まり、ロケット側衛星固定リングとの結合、衛星のノンフライト物品(スラストやセンサー類の防塵カバー等)の取り外し、ロケットフェアリングへの収納、そしてロケット本体との結合等々、物理的に衛星本体に手を触れたり、クレーンで持ち上げて移動させたりする作業が山積みで、一つ一つの作業には最大限の注意が求められると共に、打ち上げ日に向かって急速に緊張感が高まって行く約二週間です。なおロケットへの結合が無事完了した後は、バッテリー充電量の管理や、推進系監視等、健康状態の連続的モニタが主要な衛星作業となります。

打ち上げに使われた、Falcon9を運用するSpaceXが注目を集めている理由は何でしょうか？

まずは圧倒的な低価格、そして比較的シンプルな設計であること、また大半のハード、ソフトを自社で製作する事で高い信頼性を得ていることがあげられると思います。

またFalcon9打ち上げ作業の大きな特徴の一つに、リハーサル時の短秒時燃焼試験が挙げられます。これは読んで字の如しで、打ち上げ3日前のリハーサル段階で、9基ある第一段エンジンを実際に短時間燃焼させ、エンジン健康状態を確認する作業です\*1。



▲ 打ち上げ管制室(LCC)の様子  
写真提供： SpaceX社

因みにFalcon9は、これら9基のうち1基のエンジンに不具合が生じたとしても、残りのエンジン出力を制御することで、要求されるミッションを達成するようなバックアップ能力がありますが、それに関わらず、射場の作業員・技術者にとっては大変な手間となる燃焼試験をあえて実施する、こうした信頼性向上への配慮

が、その低価格とともに、SpaceX社が業界での人気を集めている大きな秘密なのかもしれません。

今回の打ち上げは現地時間の夜中でしたが、打ち上げ時間に制約があったのでしょうか？

本来ロケットの打ち上げに時間的な制約はありませんが、衛星に搭載しているセンサーや遷移軌道上での必要電力など衛星と太陽や地球の相対位置関係の制約により打ち上げ可能時間（ウィンドウ）が設定されます。JCSAT-14の場合、打ち上げウィンドウは、現地時間午前1時22分から午前3時22分（日本時間同日午後2時22分～4時22分）でした。SpaceX社は不測の事態が生じた場合の再トライアル時間を確保するため、ウィンドウ開始直後の打ち上げを目指しました。

打ち上げの際に、御社の技術者が立ち会われたそうですが、打上げを委託した顧客として打ち上げ作業の進行にどのように関わられたのでしょうか。

打ち上げそのものを行う射点(LC-40 : Launch Complex-40)から約20km離れた場所に位置するSpaceX社の打ち上げ管制室(LCC : Launch Control Center)で、打ち上げ数時間前から我が社、そしてSpace Systems Loral (SSL)社の担当者が着席し、コンソールと手順書を前に各人に求められる確認行為を着々とこなしました。その他、LC-40から10km強離れ、衛星健康状態を管理するSpace Systems Loral (SSL)社と当社の技術者が陣取るハンガーAOと呼ばれる施設、その他、気象観測担当、地上設備管理担当、射場安全管理担当等々多くの関係者がそれぞれの持ち場で自らの業務を遂行しました。



▲ JCSAT-14 打ち上げの瞬間  
写真提供： SpaceX社

打上げという、ある種の危険を伴うイベントと多くの資金を要して製造された衛星・ロケットの成否を左右する業務の指揮は打ち上げ会社のSpaceXが担うのでしょうか。

先ほどお話したような多くの関係者と密接に調整を図り、最後の打ち上げ時刻に収斂させるのはLDA(打ち上げ責任者 : Launch Decision Authority)です。ここCCAFSでは空軍の軍人がその任務を務めます\*2。

LDAは、SpaceX社の打ち上げ責任者LD (Launch Director)、及び顧客側の打ち上げ責任者CLD (Customer Launch Director) と調整を図りながら射場全体の安全運用を司る、打ち上げ作業の最高責任者です。衛星やロケットの準備状況のみならず、射場全域と周辺空域の天候を含む安全管理情報に基づき、最終的な打ち上げ可否を決定する大きな権限を有します。



▲ 洋上回収に成功した、1段目ロケット  
写真提供： SpaceX社

打ち上げは当初の予定通りだったのでしょうか。

天候、その他の理由で多少の遅れは頻発しますが、今回は予定通りでした。

打ち上げ準備作業では、大から小まで様々な理由で作業中断、若しくは当日の打ち上げ中止となる事が珍しくなく、我々にとっても、これまで携わってきた数多くの打ち上げ作業では、何も無く予定通りすんなり打ち上がる方がむしろ例外である、という認識です。

有難うございました。最後に今回、SpaceX社と仕事をされての印象や今後、期待することなどありましたらお聞かせ下さい。

当初の予定から半年の遅れで実現した打ち上げでしたが、衛星の軌道投入と分離は予定通り、そして彼らのロケット第一段の海上回収も成功したとのことで、結果として全て大成功でした。

彼らは宇宙産業界の中で、現在最も注目され、そして勢いをもった会社ですので、我々も彼らの今後の進展を注意深く見守って行きたいと考えています。▣

\*1 Static Fire Testと呼ばれており、テキサスにある工場から出荷する前と射場の両方で行われます。テキサスの工場では1段目、2段目共に短秒時燃焼試験が行われます。

\*2 JCSAT-14が打ち上げられたフロリダのCCAFS (Cape Canaveral Air Force Station・ケープカナベラル空軍基地)は、米国空軍管轄下の施設であるため、この敷地内で行われる作業、また打ち上げ日の周辺海域における安全管理等については、全て米空軍からの許認可が必要となります。