

宇宙ステーション補給機「こうのとり」3号機  
(HTV3)の再突入に係る安全対策について

質問に対する回答

平成24年3月26日

宇宙航空研究開発機構

**【本資料の位置付け】**

本資料は、平成24年3月16日(金)に開催された第5回安全部会における宇宙ステーション補給機「こうのとり」3号機(HTV3)の再突入に係る安全対策についての説明に対する構成員からの質問に対し、独立行政法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)の回答をまとめたものである。

● 調査審議の観点1(飛行安全対策)に関連する質問

1-1	TDRS の利用について	3ページ
1-2	着水予想区域について	4ページ

● 調査審議の観点2(安全管理体制)に関連する質問  
該当なし

● その他の質問

3-1	搭載推進薬について	5ページ
3-2	再突入データ収集装置について(1)	6ページ
3-3	再突入データ収集装置について(2)	7ページ
3-4	ランデブー・ドッキング時のISS software 改修について	8ページ
3-5	RCS メインスラスタの国産化について	9ページ

## 調査審議の観点1(飛行安全対策)に関連する質問

【質問番号 1-1】 TDRS の利用について

【質問内容】

HTV 運用時の TDRS の利用について、

- ① どのように準備、計画されているか。
- ② TDRS が利用できない場合、安全 5-1-2 5 ページでノミナルミッション期間(30 日)が延長されることになるが、安全上の問題はないか。

【資料の該当箇所】

安全 5-1-2 14 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

- ① 現在 TDRS は 7 機体制で運用されております。このうち ISS/HTV 運用については常時約 3 機の運用が割り当てられておりますが、特に HTV の打上げ、接近、ドッキング、離脱、再突入等のクリティカル運用期間については優先的に使用できることとなっております。
- ② HTV2号機の際、HTV係留中にスペースシャトルミッションが入ることを受けまして、係留期間を最大で 60 日まで延長可能かどうか安全上の影響を評価しております。その結果、既存の承認されている安全設計がいずれも有効であることが確認されておりますので、万が一延長されることになれば、60 日までは対応可能です。それ以上の延長については、影響について別途評価することになります。

【質問番号 1-2】 着水予想区域について

【質問内容】

- ① P18 で着水予定区域は航空機、船舶に対して通知されるが、前頁の図でより狭い着水予想区域については関係機関に通知することになっている。この場合はどの機関に何の目的で知らせるのか。
- ② ATV の着水予定区域と比較して HTV の予定区域は広いのだろうか、狭いのだろうか、参考までにお聞きしたい。

【資料の該当箇所】

安全 5-1-2 17 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

① 関係機関への通知について

安全 5-1-2 17 ページの図で示した内容は、HTV の残存物が着水すると予想される区域（着水予想区域）が着水予定区域内に入るように、再突入ウインドが設定されることを示しております。また、関係機関に通知する情報は「着水予定区域」ではなく「着水予想区域」になります。（「着水予想区域」は再突入前の実際の軌道計画に基づき設定されます。）

18 ページで記述した内容は、航空機及び船舶の場合、「着水予定区域に直接影響する国であるニュージーランド及びチリに対して、着水予想区域の情報を通知する」という意味です。誤解を及ぼすため以下のように記述を変更します。

「4.3 項に示した着水予定区域は日本の国土交通省が所管する領域外であるため、着水予想区域のノータム通知及び調整は直接影響国（ニュージーランド及びチリ）の関係機関に行う予定である」

② ATV の着水予定区域と比較

ATV の着水予定区域を設定方法は HTV と多少異なるようですが、HTV と同等の海域に着水予定区域を設定していることは確認しております。

## その他の質問

【質問番号 3-1】 搭載推進薬について

【質問内容】

「こうのとりの」が再突入する際には推進薬が多く残っていない方が理想であると考えているが、残推進量を少なくすることはできないのか。HTV1、HTV2 の実績を踏まえて説明してください。

【資料の該当箇所】

安全 5-1-2 5 ページ

【回答者】JAXA

「こうのとりの」の搭載推進量の決定においては、ISS への接近運用時に何らかの要因により、接近を中断し安全な状態に退避する事態を想定し、2～3 回の再接近が可能なように余裕をもった搭載を計画しております。接近回数は ISS の高度や退避時の状況により変化します。HTV1、HTV2 の運用ではトラブルが生じなかったために結果的に HTV1 で 1,410 kg、HTV2 では 1,350 kg の推進薬が残りしました。

HTV3 では推進系のキーコンポーネントであるスラスターの国産化開発を実施したことから、これまで通り余裕を持った推進薬搭載を計画しています。

また、搭載推進薬に余裕をもつことで、再突入にあたっては異常時への対処など運用の自在性を確保できるという利点も存在すると考えます。しかしながら、「こうのとりの」の信頼性が確保された後には、残推進薬の低減を考慮した適切な搭載量の検討を進めていきたいと考えます。

【質問番号 3-2】再突入データ収集装置について(1)

【質問内容】

着水予想区域を狭めるためには、落下解析精度の向上が必要とされる。破壊の観測の為にデータソースとして「再突入データ収集装置」が2号機に搭載されていたが、3号機の予想区域は2号機と同じに設定されていて、精度は向上していないようだ。一度だけではデータの信頼性がまだ足りないので反映できないのかもしれないが、2号機の結果はどうだったのだろうか。

Aerospace Corporation には落下解析を発注していると思うが、表中の温度データについては「開示不可」となっている。これはITAR対象なのだろうか。

【資料の該当箇所】

安全 5-1-2 29 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

HTV2号機に搭載したREBRIにて計画通りのデータが取得でき、エアロスペース社から入手したデータを用いてJAXAにて評価・解析を実施しました。GPSによる着水点情報や加速度等のプロフィールを評価したところ、これまで想定している一次破壊高度(78km)より低い高度で主要な破壊イベントが発生したことが推定されています。しかしながら、質問にもありますように、HTV2号機の結果だけでは推定精度が十分でなく、HTV3号機の再突入解析への反映は未実施です。

HTV3号機以降も再突入データ取得を継続し評価結果を蓄積することで、破壊高度を精度良く推定し、最終的には、再突入解析の精度向上を目標としています。

なお、エアロスペース社と JAXA の間で結んだデータ交換合意に基づき、温度データについては、JAXA に提供されておりません。温度データは ITAR ではなく、エアロスペース社の知的財産 (Proprietary) に該当するという理由からです。

【質問番号 3-3】 再突入データ収集装置について(2)

【質問内容】

再突入データ収集装置は、REBR(米国製)と i-Ball(国産)の 2 種類使用されるそうですが、この 2 種類を使用しなければならない理由と、2 種類使用する事によるリスク、不具合(例えば電気系、通信系等に異常をきたす)の可能性についてはいかがでしょうか。

【資料の該当箇所】

安全 5-1-2 6 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

REBRとi-Ballは取得データの種類と期間(高度)に差異があり、再突入データ取得という目的のためには互いに補完し合うデータ収集装置です。また、REBRは温度データなど一部JAXAに開示されないデータがあり、十分な再突入時のデータが得られないため、i-Ballを搭載することに致しました。

2種類を使用することによるリスク、不具合の可能性は、下記の理由により問題ないと判断しております。

- 互いに独立したシステム構成(電源系、通信系等)。
- HTV内には別々に搭載されるため、物理的なインターフェースはない。
- REBRとi-Ballは異なる弾道係数を持つため、飛行経路が干渉することはない。
- 収集したデータの伝送は、REBRは再突入後から着水までの間に伝送、i-Ballはパラシュートによる着水後に伝送になるため、通信系の干渉はない。



【質問番号 3-4】ランデブー・ドッキング時の ISS software 改修について

【質問内容】

COTS で開発中の Dragon Capsule や Cygnus Capsule の ISS へのランデブー、ドッキングに備えてソフトウェア CCS R12 の改修は 2010 年から始め、今年 update/upgrade が完了することになっていた。

<http://www.nasaspaceflight.com/2010/12/iss-reviews-software-visiting-vehicles/>

HTV2 号機の際に使用されていた HTV\_1553、HTV\_PROX が変わるはずで、改修にあたっては 4 点ほどの問題点が指摘されている。Dragon Capsule は当初 2 月 7 日に打ち上げられる予定となっていて(5 月に延期)、update/upgrade はすでに完了しているものと思われる。日本側の適合性については試験を終了しているはずであり、その結果は「接近・係留・離脱及び再突入運用に係る主要変更点」に書き込まれなくてはならない。

【資料の該当箇所】

安全 5-1-2 6 ページ

【回答者】JAXA

【回答内容】

ご指摘の記事に関するソフトウェアの変更のうち、HTV に関する事項は ISS へ係留されるビークルが 2 台同時係留を可能にする変更と、HTV から発せられる警告警報信号(Caution & Warning) に対する ISS 側での処理方法の変更が反映されたものです。これらの変更はいずれもインターフェースに変更はなく、HTV の安全設計及び運用方法について変更を及ぼすものではないため、これまで特に報告はいたしておりません。

但し、HTV と宇宙ステーション統合状態における、宇宙ステーションのソフトウェア動作健全性の確認として、JAXA/NASA 共同でソフトウェア統合試験を実施しました。そこで、ステーション側ソフトウェアの機能追加についても良好に動作することを確認済みです。

【質問番号 3-5】 RCS メインスラスタの国産化について

【質問内容】

安全 5-1-2 別紙-2/3 推進モジュールの検証方法及び結果を見るとバルブや圧力システムに関する記述がある。

推進系システムの中でどの機器が国産化されたのかご教示ください。

【資料の該当箇所】

安全 5-1-2 別紙 2/3

【回答者】JAXA

【回答内容】

推進系システムの中で国産化された機器は、RCS スラスタ 28 機と、メインスラスタ 4 機になります。そのほかの推進系の機器は変更ございません。

安全 5-1-2 別紙 2/3 推進モジュールの検証方法及び結果の欄には、スラスタを含む推進系システムの故障に起因するハザードに対する検証結果を記載しております。

検証にあたっては国産化スラスタ単体のみならず、スラスタを組み合わせた推進系統について安全の検証を行っております。

別紙の表の読み方ですが、例えばスラスタからの推薬漏洩ハザードに対する安全設計では、3つのバルブ(スラスタの推薬弁と、上流配管の二つの遮断弁)を設けることにより成り立っています。従いまして、検証としては、国産スラスタのバルブに加えて、配管のバルブも含めて記載しております。

以上