

-有人宇宙輸送システム実現に向けたワークショップ(第2回)-

TRL4を目指す技術研究の途中と最終の目標の考え方

2025 年 6月 20 日 (金)

宇宙航空研究開発機構

※本資料は、『有人宇宙輸送システム実現に向けたワークショップ』向けにJAXA担当部署がまとめた現状整理資料です。

1. 本日のテーマ
2. 技術研究計画としての定義・分析
 - 技術開発の全体像の中での基金テーマの範囲
 - SG/FGに関して実施方針の記載
 - 各テーマに関して段階的な技術検証の目安
3. 有人輸送システムを見据えた「安全」と「設計」の関係
4. 各テーマのTRL毎の技術研究項目の識別のイメージ
 - 与圧キャビンテーマの開発進め方例
 - 異常検知・緊急離脱テーマの開発進め方例
 - 主要なシステム技術課題と技術検討項目
5. ディスカッション

1. 本日のテーマ

第1回ワークショップでは、第二期宇宙戦略基金テーマ「有人宇宙輸送システムにおける安全確保の基盤技術」の実施方針の推進として、システムの視点からシステム要求を定義・分析し、基本的な機能・要件の定め方を例示した。

今回は、技術研究計画としての定義・分析として、以下について議論を進めたい。

- ・ゴール目標であるTRL4の考え方、それに向けた途中の目標の置き方
- ・システム安全を考えていく上で、技術研究の中でおさえていくポイント
- ・システムとして今後組み上げていくために技術研究過程でのI/Fの置き方

<技術開発実施内容>

(A) ロケットの往還飛行用の与圧キャビンシステムに必要な生命維持・環境制御機能と与圧機能を実現する基盤技術開発を行う。

(B) ロケット打上げ時の異常発生時に、搭乗員の安全を確保するロケット搭載用安全システムに必要な①異常検知機能、②離脱機能を実現するための基盤技術の検証を行う。

- ① 異常検知機能: エンジン等の推進系の異常や通信系のトラブルなど に対して、ロケット搭載のままでは搭乗部の安全確保が困難であることを検知し、ロケットから搭乗部を離脱させる指示を出すまでの 一連の機能。
- ② 離脱機能: 異常検知機能からの指示を受け、人が耐えられる衝撃や 加速度の範囲内で、安全域へ搭乗部を離脱させる機能。

本公募にあたっては、事業者の要望がポイント。本日たくさんの議論を重ねましょう！

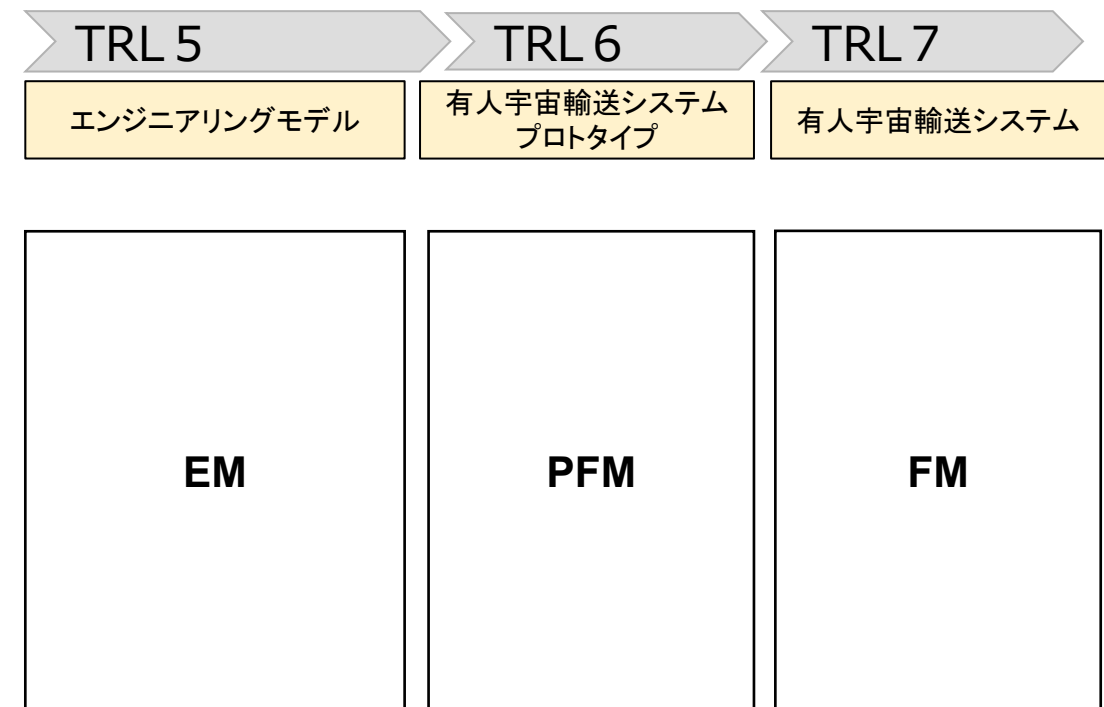
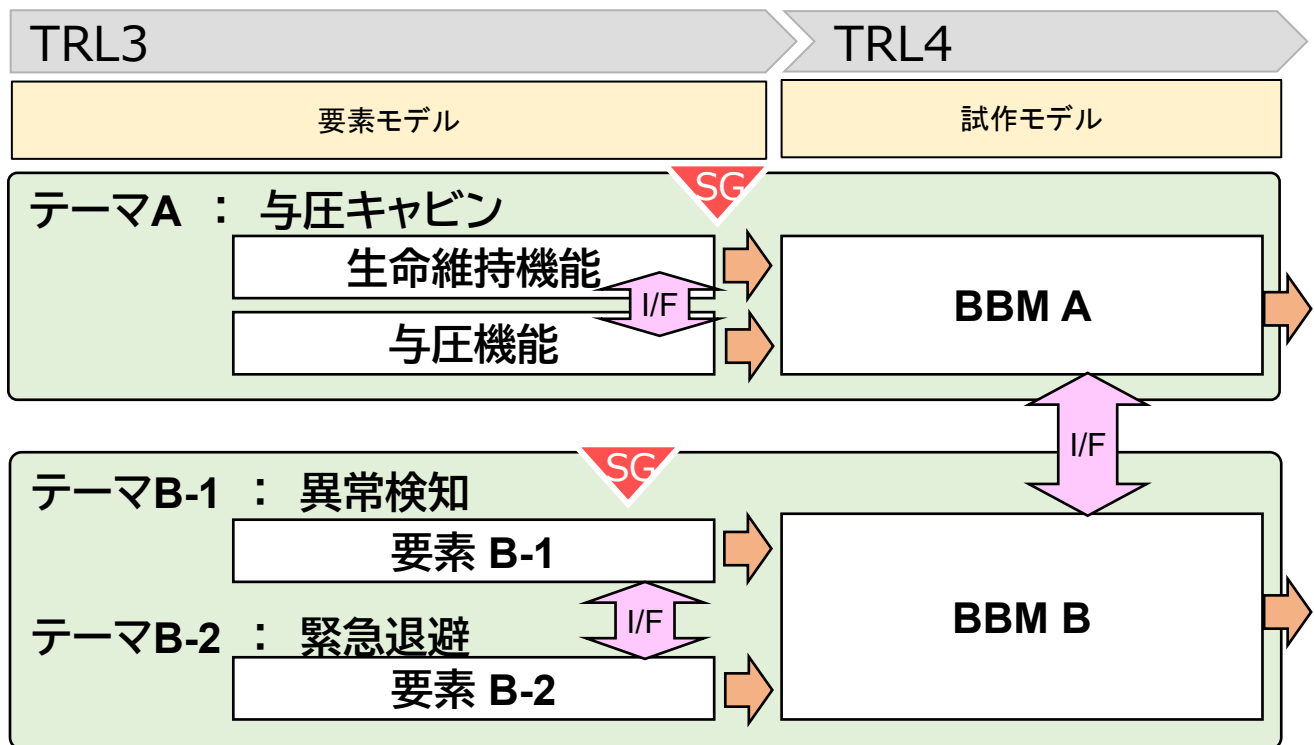
2. 技術研究計画としての定義・分析

2.1. 技術開発の全体像の中での基金テーマの範囲

- 有人宇宙輸送システムにおける安全確保の基本的な機能・要件を満たすサブシステムをブレッドボードモデルとして組み上げてみて、技術の検証に取り組む。
- 技術検証では以下の2点の確認が中心となる。
 - 安全確保の基本的な機能が意図した通りに動作しているか？
 - 他の要素やサブシステムとの設計I/F（環境条件等も含む）を満たしているか？

研究計画としては
・ステージゲート(SG)
・出口目標の検証項目の定義が重要となる

----- 今回のテーマの範囲 -----



2.2. ステージゲート(SG)/出口目標(FG)に関して実施方針の記載

本事業において想定するアウトプットイメージは以下を想定している。

(宇宙戦略基金実施方針(文部科学省計上分)第二期技術開発テーマ実施方針より)

<ステージゲート(SG)>

基本方針で定められている技術開発マネジメントに加えて、JAXAは、本テーマにおける技術開発の成果が、将来の民間主体の事業等につながるよう、これまでの「革新的将来宇宙輸送システムプログラム」での研究開発の実績を踏まえ、民間の求めに応じ、情報提供等を行う。

その上で、支援開始後2年目を目途に行うステージゲート評価においては、以下の観点等を評価する。

(A)ロケット搭載用与圧キャビンの**基盤技術の有効性が証明できていること(TRL4相当の完了)**、及びロケット搭載用与圧キャビンとしての**成果の利活用方法又は計画が具体的に**設定されていること。

(B)異常検知・緊急退避の**基盤技術の有効性が証明できていること(TRL3相当の完了)**、及び**成果の利活用方法又は計画が具体的に**設定されていること。

<出口目標 (ファイナルゲート:FG)>

基本方針で定められている「新たな宇宙輸送システムの実現に必要な技術を 獲得し我が国の国際競争力を底上げ」すること等に向けて、2028 年度までを目 途に、以下を目標とする技術開発を推進し、有人宇宙輸送サービスの実現に係 る予見性の向上や早期参入につなげる。

(A)**運用相当環境で**ロケット搭載用与圧キャビンの生命維持や環境制御に係る機能の検証にて基盤技術を確立する。**(TRL4相当以上の完了)**

(B)ロケット打上げの際の異常発生時に搭乗員の安全を確保するロケット搭載用安全システムの構築に向け、異常検知・緊急退避に係る機能を、**実験室環境で検証し、実効性を確認する。(TRL4相当の完了)**

2.3.基盤技術の有効性の検証について

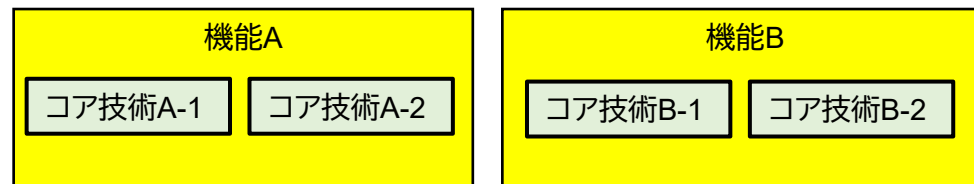
- 安全確保の基本的な機能に資する技術は、最終的に作り上げるシステムに向けて、組み合わせや環境を近づけながら検証を積み上げていく事を想定しています。
- 本公募では単体の技術での検証をTRL 3、組合せた技術や環境を近づけての検証をTRL 4 としております。
- 実用的なシステムの実現に向けては、システムとして組み上げた際の経験と技術へのフィードバックが重要となるので、本資料では技術の組み替えなどを考えてブレッドボードモデルによる技術検証をTRL 4 として紹介します。
- なお、このブレッドボードモデルは段階的な技術検証という位置付けで、基本機能の確認に特化させたコンフィギュレーションを想定しており、内容・組合せは各社のアイデアに置き換えてのご検討にご活用いただければ幸いです。

システム 技術成熟度(TRL)

検証対象のイメージ

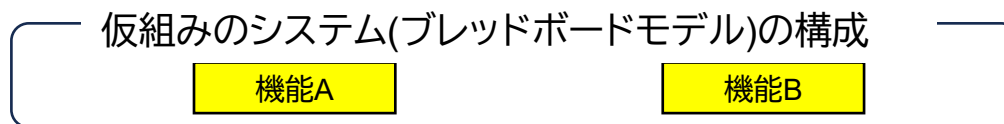
検証の目的

TRL3



機能を実現するコア技術の有効性を確認する

TRL4



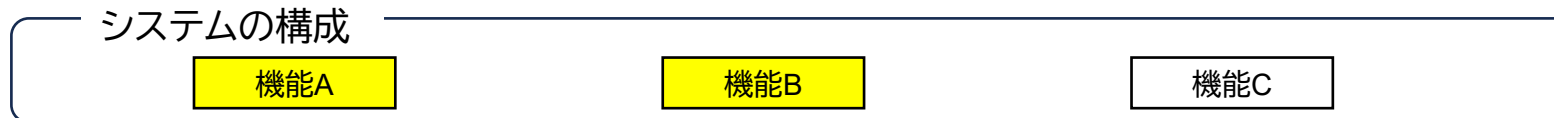
機能を組み合わせても技術が有効であることを確認する

TRL5



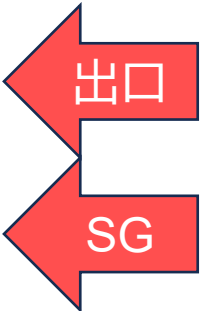
機能の組み合わせの確認が取れたので、固有の形態に設計を固めても技術が有効であることを確認する

TRL6～



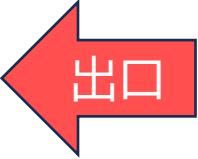
2.4. A) 与圧キャビンテーマの段階的な技術検証の目安

TRL	アイテムのレベル	環境	実証レベル	判定の目安
7	フライトモデル	宇宙	ロケット搭載にて環境制御・生命維持の機能の有効性を実際のフライトで実証	ロケットの飛行・その後の回収の過程において、環境制御・生命維持の機能が有効であることを確認
6	機体搭載可能な有人キャビンのプロトタイプモデル	宇宙	ロケット搭載にて環境制御・生命維持の機能の有効性を実証	ロケットの飛行・その後の回収の過程において、環境制御・生命維持の機能が有効であることを確認
5	相当環境での対応を実証する為のエンジニアリングモデル	相当環境	ロケット打上げに生じる環境を個別で模擬し、環境制御・生命維持の機能の有効性を実証	ロケットの飛行(熱真空環境・機械環境)やその後の回収(洋上環境)に対して環境制御・生命維持の機能が有効である事を模擬環境にて確認
4	有人キャビンとして統合させた状態に相当する試作モデル	実験室環境	システム上必須項目のうち、重要な各種要素を有人キャビンとしてシステム統合した際の各種の干渉性・適合性を、相当するコンフィギュレーションで検証	環境制御・生命維持・与圧機能の各種機能に関する重要要素を有人キャビンという閉空間に納めた際の各種の干渉がなく、適合している事を確認
3	環境制御・生命維持にコアとなる各種要素	実験室環境	ロケットでの有人輸送において環境制御・生命維持で軽量性・耐環境性で必須となる機能の実現性を証明	ロケットでの打上げ・飛行で生じる環境(加速度・振動等の機械環境)に対応した環境制御・生命維持・与圧機能の機能を軽量に実現化可能なことを分析と試作の結果で確認
2				



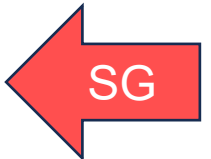
2.4. B) ロケット搭載用安全システムの段階的な技術検証の目安

TRL	アイテムのレベル	環境	実証レベル	判定の目安
9	運用モデル	宇宙		
8	認定モデル	宇宙		
7	フライトモデル	宇宙		
6	機体搭載可能な ロケット搭載用 安全システムの プロトタイプモ デル	宇宙	ロケット搭載及び模擬 作動にてアボート機能 の有効性を実証	ロケットの打上前・打上げ時の実環境において、ア ボート機能が有効であることを確認
5	相当環境での対 応を実証する為 のエンジニアリ ングモデル	相当環境	アボート過程の各種環 境を個別で模擬し、ア ボート機能の有効性を 実証	ロケットの打上げ (熱真空環境・機械環境) におい てアボート機能が有効である事を模擬環境にて確 認
4	ロケット搭載用 安全システムし て統合させた試 作モデル	実験室環境	システム上必須と考え られる重要な各種要素 をロケット搭載用安全 システムへと統合した 際の各種の干渉性・適 合性を検証	異常検知・分離等の要素をロケット搭載用安全シ ステムとして統合した際に各種の干渉がなく、正 常に動作する事を確認
3	ロケット搭載用 安全システムで コアとなる各種 要素 ・ 異常検知 ・ 分離	実験室環境	ロケット搭載用安全シ ステムの高信頼性・軽 量性の実現で必須とな る機能・要素の実現性 を証明	緊急脱出の対応として許される時間内に退避でき ること、ロケット搭載として現実的な質量であるこ と、それらの機能を信頼性高く実現化可能なこと を分析と試作の結果で確認
2				



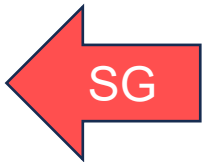
2.4. B) 異常検知テーマの段階的な技術検証の目安

TRL	アイテムのレベル	環境	実証レベル	判定の目安
9	「異常検知システム」は「ロケット搭載用安全システム」の構成要素である為、 「異常検知システムのTRL4」は「ロケット搭載用安全システムのTRL 3」に該当する。			
8				
7				
6				
5				
4	異常検知システムとして統合させた試作モデル	実験室環境	各種要素を異常検知システムへと統合した際の各種の干渉性・適合性を検証	異常検知システムとして統合し下記を確認 • 各種の干渉がなく、正常に動作すること • 緊急脱出の対応として許容されている時間内に異常検知が可能なこと • 信頼性が目標値以上であること
3	異常検知システムでコアとなる各種要素 A) データ収集モジュール B) データ前処理 C) 異常検知アルゴリズム D) リアルタイム処理	実験室環境	迅速な異常検知の高信頼での実現に必須となる要素の実現性を証明	各種要素に割り当てられた下記目標の達成を分析と試作の結果で確認 A) 検出精度, 最小性, 軽量性 B) 検出精度, 処理速度 C) 処理速度, 信頼性 D) 処理速度, 信頼性, 軽量性
2				



2.4. B) 離脱テーマの段階的な技術検証の目安

TRL	アイテムのレベル	環境	実証レベル	判定の目安
9	「緊急退避システム」は「ロケット搭載用安全システム」の構成要素である為、 「緊急退避システムのTRL4」は「ロケット搭載用安全システム」に該当する。			
8				
7				
6				
5				
4	緊急退避システムとして統合させた試作モデル	実験室環境	各種要素を緊急退避システムへと統合した際の各種の干渉性・適合性を検証	緊急退避システムとして統合し下記を確認 • 各種の干渉がなく、正常に動作すること • 緊急脱出の対応として許容されている時間内に安全に緊急退避が可能なこと • 信頼性が目標値以上であること
3	緊急退避システムでコアとなる各種要素 A) 宇宙船とロケットの分離機構 B) 推進モーター C) 安定飛行・誘導制御機能	実験室環境	迅速かつ安全な緊急退避の高信頼での実現にクリティカルとなる要素の実現性を証明	各種要素に割り当てられた下記目標の達成を分析と試作の結果で確認 A) 安全な分離, 信頼性, 可能な範囲での軽量性 B) 推力, 信頼性, 可能な範囲での軽量性 C) 制御性, 信頼性, 可能な範囲での軽量性
2				



3. 安全確保に向けた設計の基本的な考え方

有人輸送システムにおいて必須機能である「搭乗員の安全確保」をどのように確保し、システムとしての機能実現のために「各個別要素」としてどのように設計していく必要があるか？のプロセス例を紹介する。

本ワークショップでは紹介する事例をたたきにご意見をいただき、公募要領作成時の検討材料とさせていただく。

3.1. 有人宇宙輸送における安全確保の重要機能

- 安全評価における保護すなわちリスク評価対象は「搭乗員の喪失」「地上への被害」の2つである。
- この2つの観点から考慮し、システムの運用シナリオ、及び機能を識別することとなる。
- 「乗員搭乗を可能とする」ためには、「A 生命維持、環境制御、与圧機能」「B1 異常検知」「B2 緊急離脱」は常に機能していて欲しい項目と整理する。
- 総合システムのノミナル/アボート運用を検討する必要があるが、本説明ではリスクが高く、機能AとBの関連性が強いアボートについて注目する。

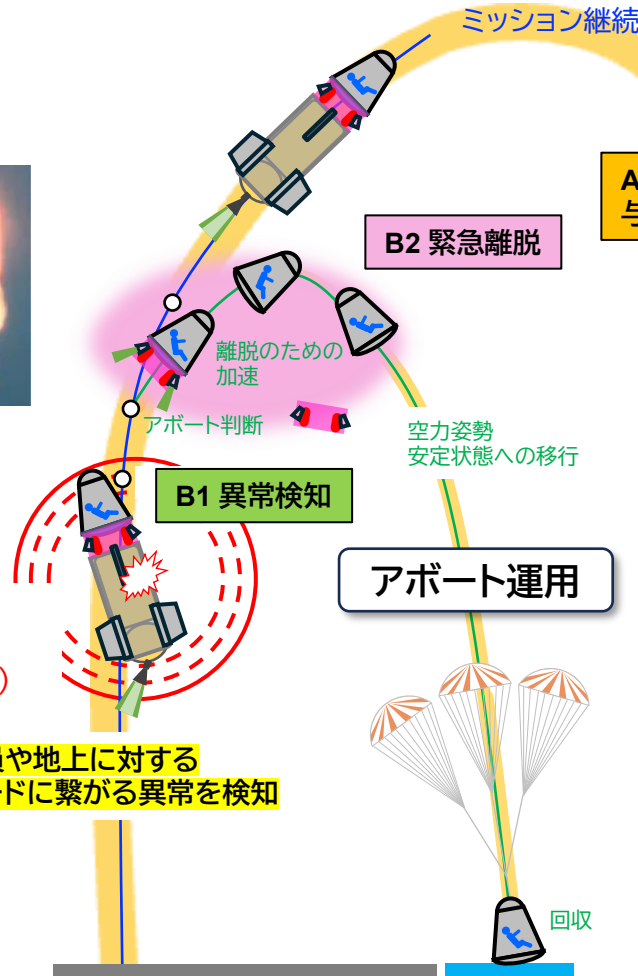
海外事例



Blue Origin New Shepard
実験ミッションアボート
→実験機器の喪失はせず
(2022/9/12)

異常による破壊/指令破壊
→爆発
(爆風圧/破片飛散/火球等)

搭乗員や地上に対する
ハザードに繋がる異常を検知

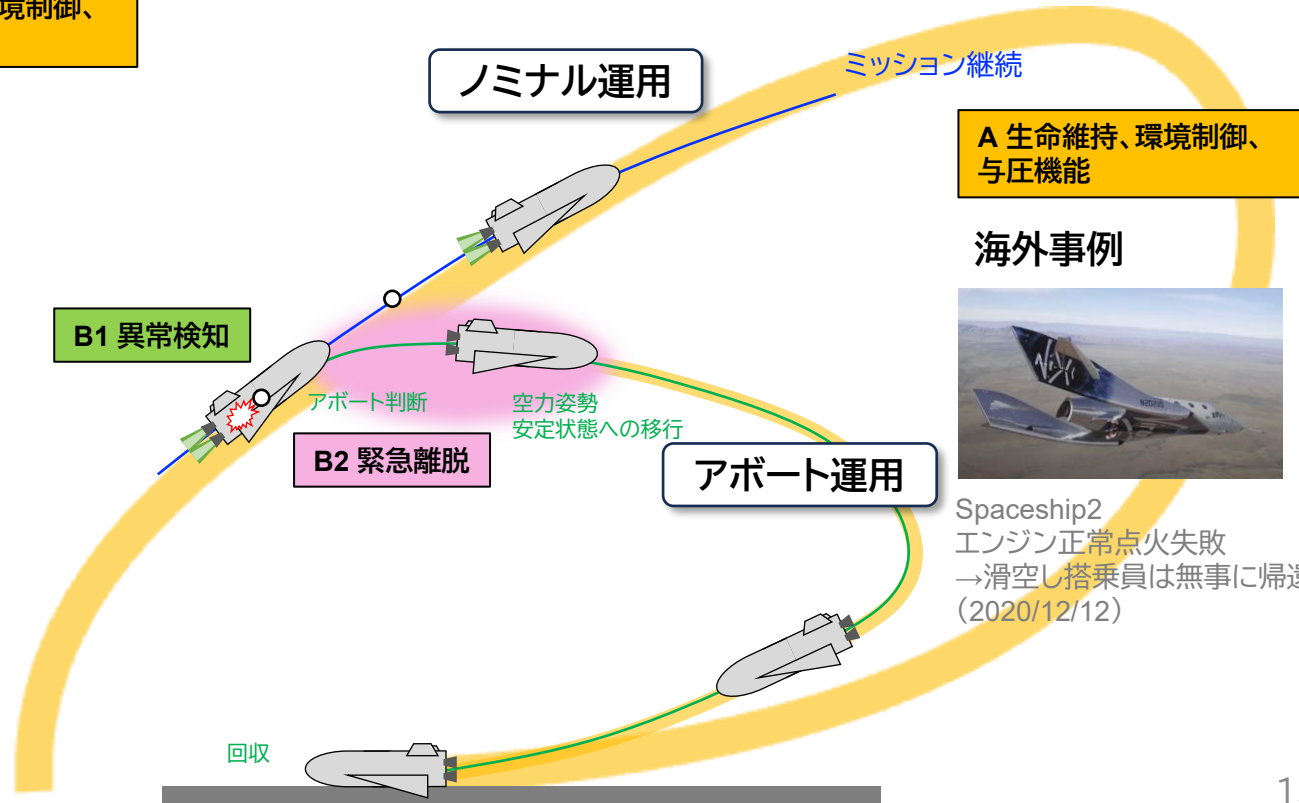


※アボート: ミッション中断

海外事例



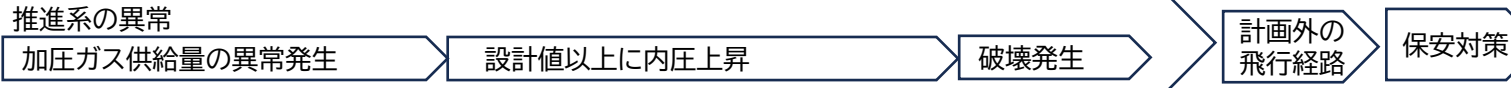
SpaceShip2
エンジン正常点火失敗
→滑空し搭乗員は無事に帰還
(2020/12/12)



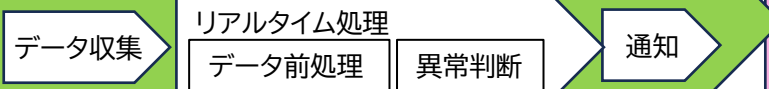
3.2. 異常発生時の安全化機能シーケンスの概要

- 輸送システム設計及び運用、故障モード発生タイミングに応じた異常シナリオを識別する。
- 異常検知及び緊急離脱の基本的な機能のシーケンスを識別する。
- 参考として、システムの主な構成要素、主な課題を示す。

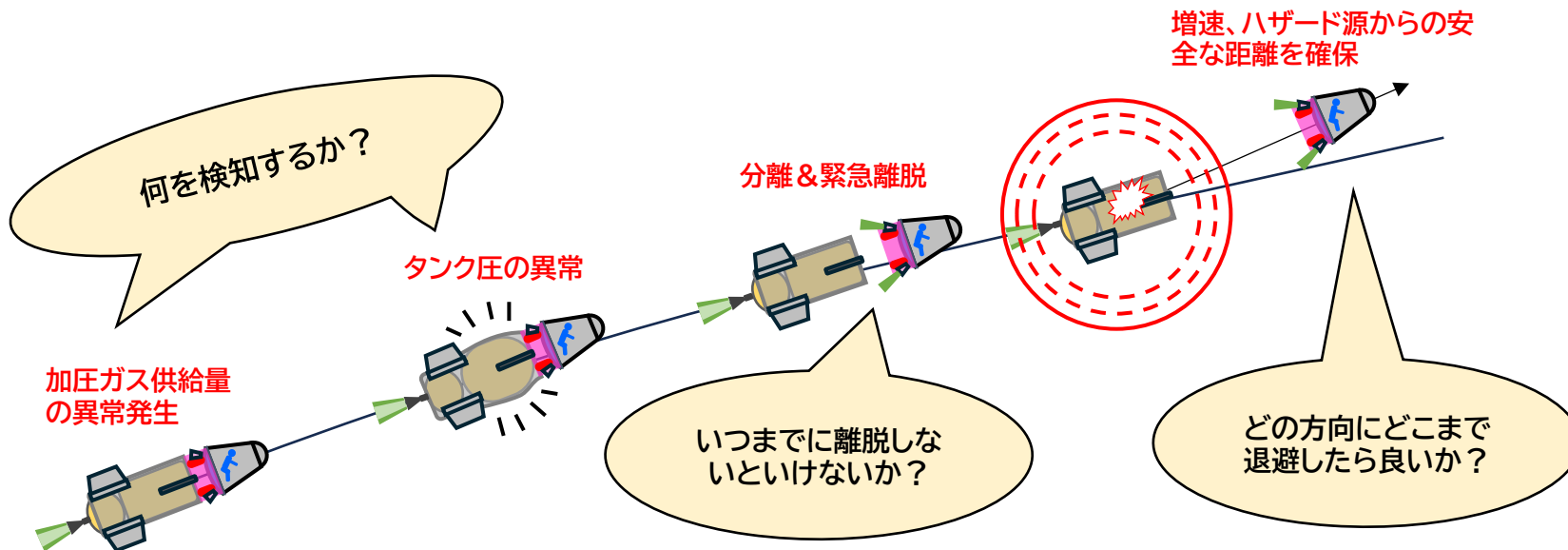
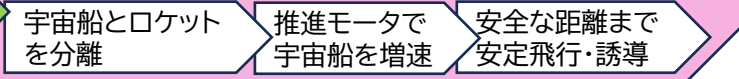
輸送システムの異常シナリオの一例



B1 異常検知の機能シーケンス



B2 緊急離脱の機能シーケンス



B1 異常検知

主な構成要素	構成要素の主な課題
データ収集モジュール	異常検知を必要最低限のセンサ配置で確立
データ前処理	欠損値補完やノイズ除去等のデータ前処理の高度化
異常検知アルゴリズム	異常の有無を正しく判断するアルゴリズムの確立
リアルタイム処理	異常検知アルゴリズムを高速にリアルタイム処理
ログ	
通知	

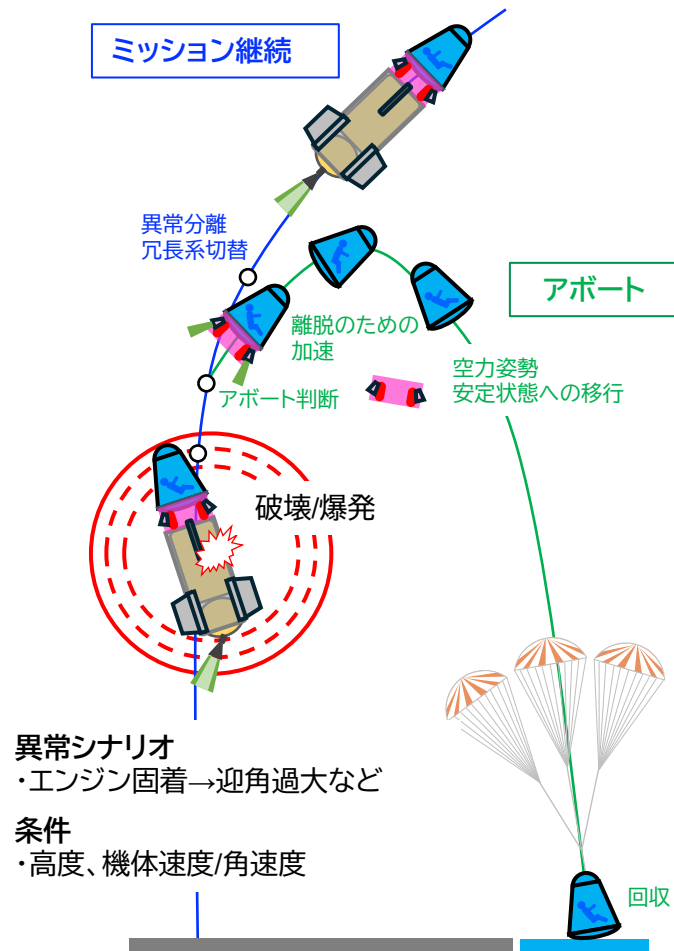
B2 緊急離脱

主な構成要素	構成要素の主な課題
宇宙船とロケットを分離する機構	宇宙船にダメージを与えずに確実に分離する機構の確立
宇宙船がロケットから緊急退避するための推進モータ	信頼性が高く大推力の推進モータの確立
緊急退避の際に安定飛行・誘導するための機構	緊急退避飛行時の安定を得る機体形状や制御システムの確立

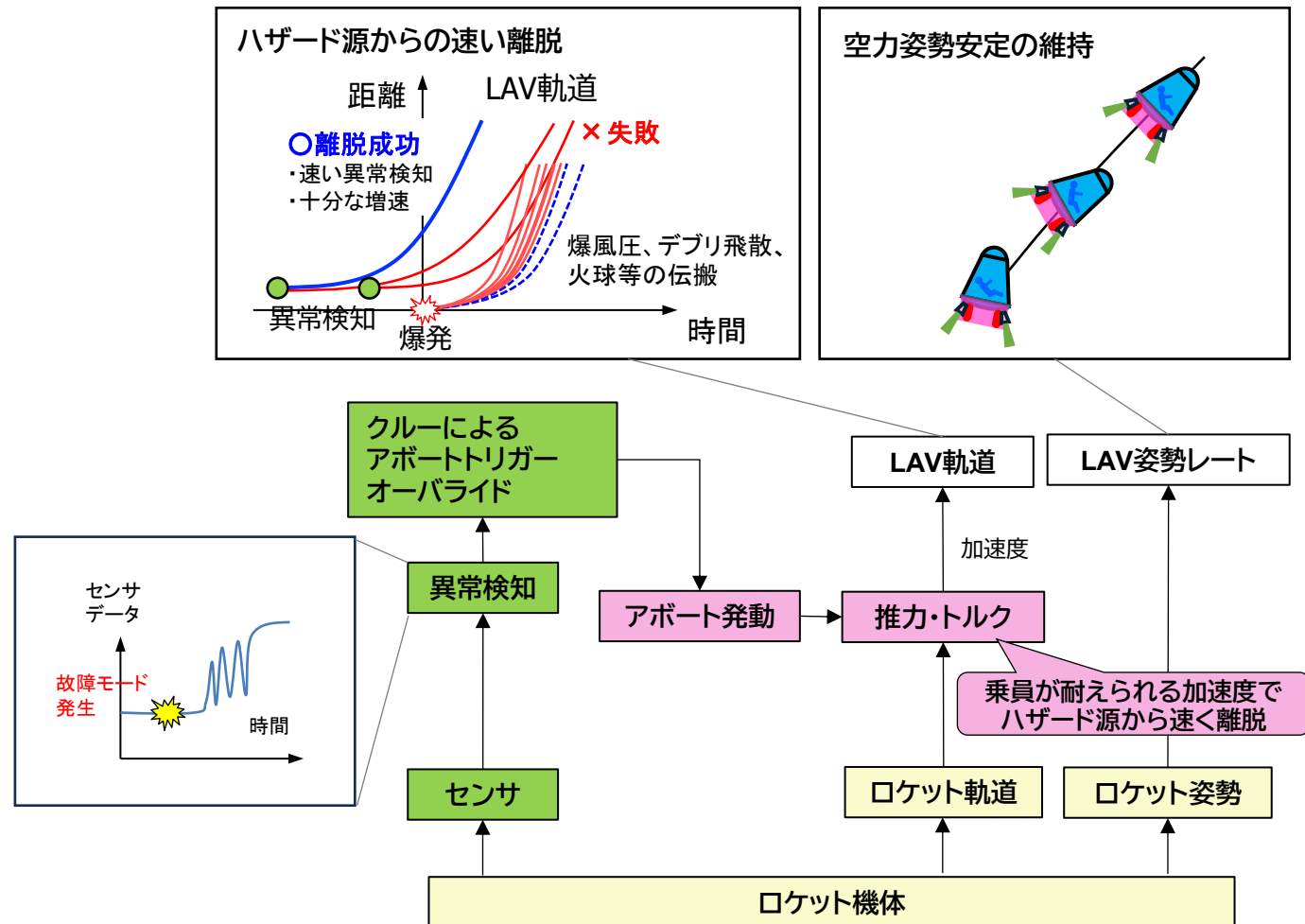
3.3. 総合システムとしての安全性設計の概要

- ハザード源からの離脱、空力姿勢安定の維持等の観点で、総合システム設計・運用を考慮したうえで、
 - 1) ワーストケース(異常シナリオや条件)を設定する。
 - 2) ワースト条件をもとに、構成要素の性能(アボートモータ推力・燃焼時間や異常検知時間など)の数値目標を設定する。

故障モードと異常シナリオ

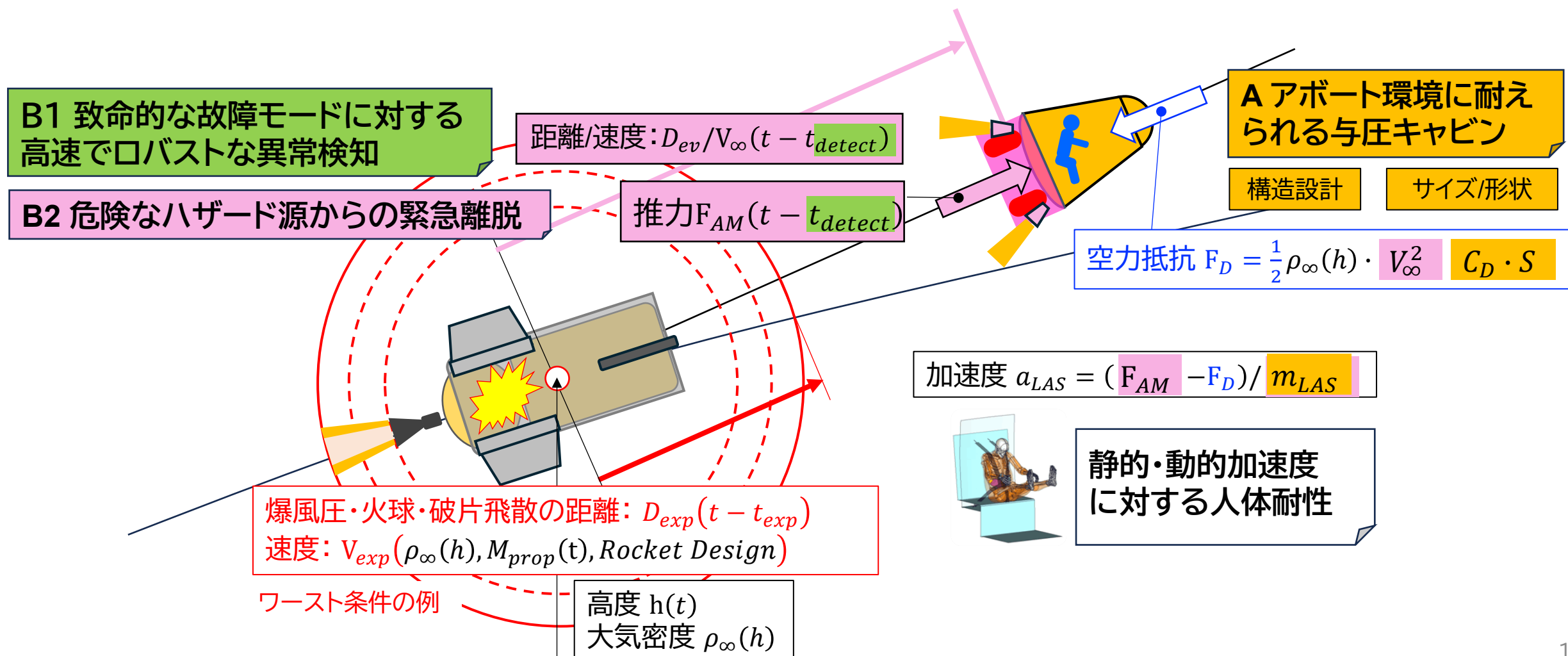


状態遷移と各種解析



3.4. 総合システム設計に関する物理現象と設計パラメータ(アボート)

- 主要な設計課題、物理現象と設計パラメータの全体イメージを示す。
- 総合システム検討を踏まえて識別した故障モード、異常シナリオに対する安全確保方法の検討が重要である。
- 適切な物理モデル等を用い、パラメータ相互関係やばらつきを考慮したアボート等の成立性検討が重要である。



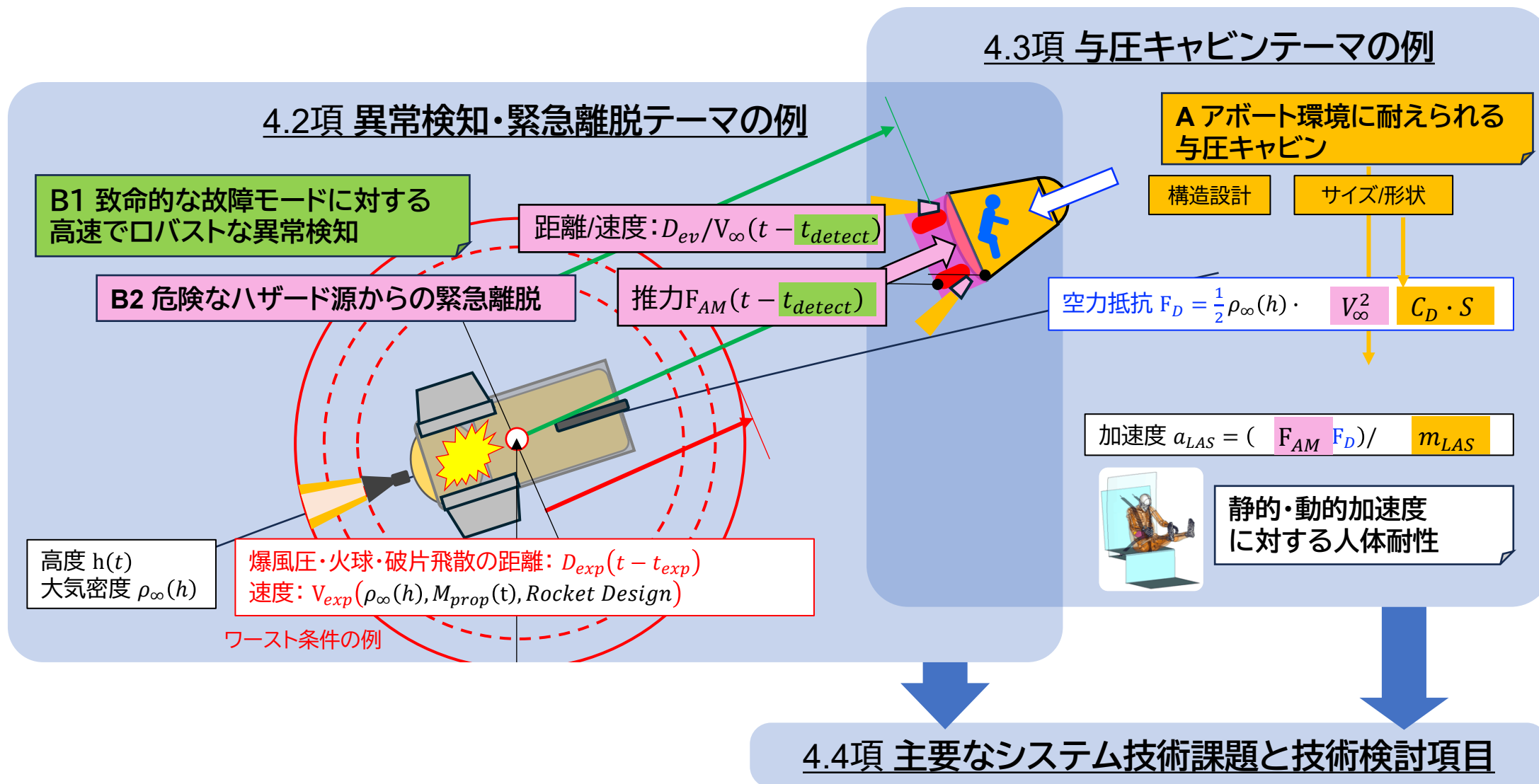
4. 各テーマのTRL毎の技術研究項目の識別のイメージ

第二期宇宙戦略基金テーマ「有人宇宙輸送システムにおける安全確保の基盤技術」におけるステージゲート、最終成果のイメージを具体化するための活動イメージや海外事例を紹介する。

本ワークショップでは紹介する事例をたたきにご意見をいただき、公募要領作成時の検討材料とさせていただく。

4.1. 各テーマの開発進め方

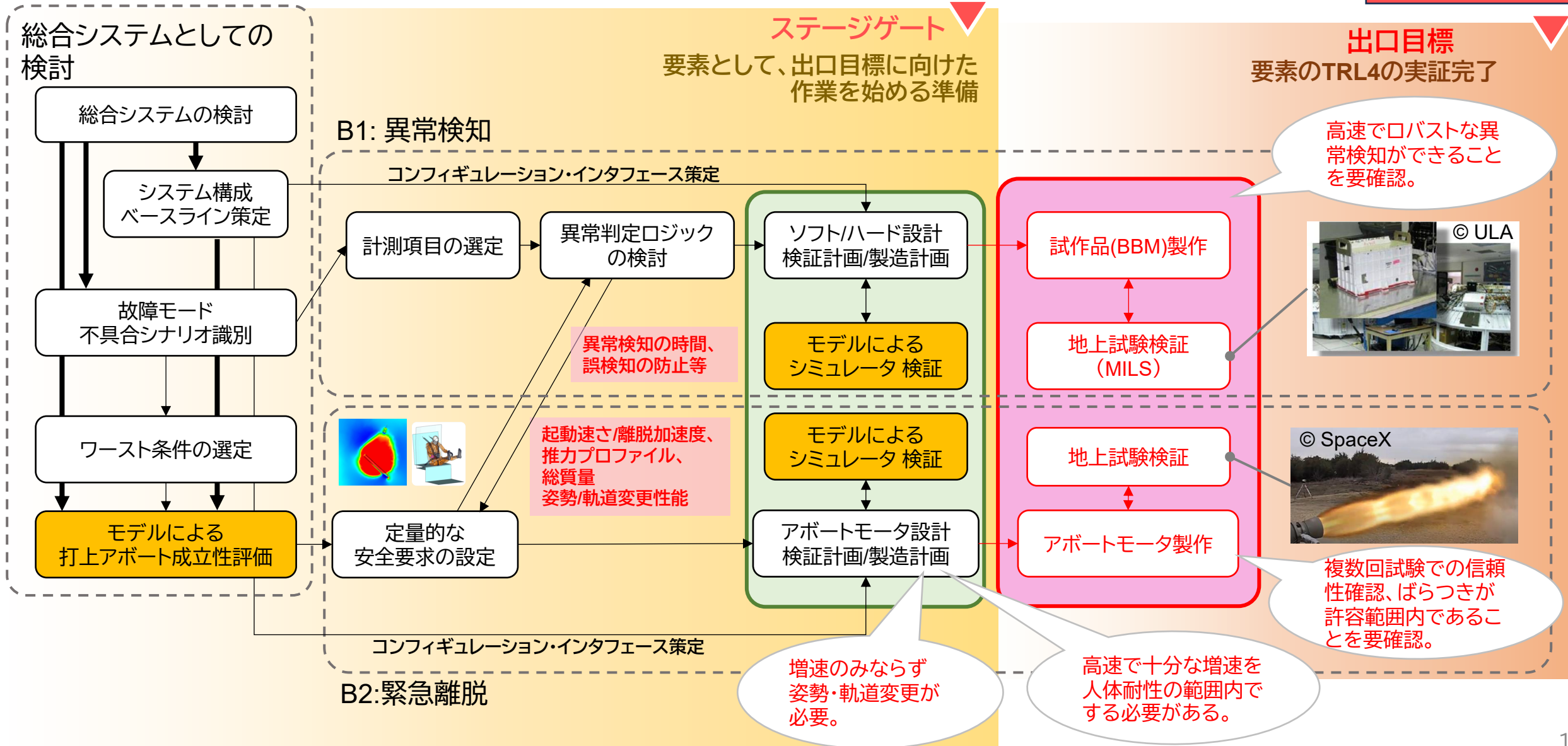
本章では、各テーマ開発に向けた活動全体のイメージの議論のたたき台を示すとともに、それらに対応したTRL4獲得までの海外事例を基にした具体例を示す。



4.2 異常検知・緊急離脱テーマの開発進め方例

● TRL4達成に向けた活動全体像イメージ(異常検知と緊急離脱テーマの連携を含む)

議論の叩き台



4.2 異常検知・緊急離脱テーマの開発進め方例

●異常検知(EDS)テーマのTRL4の海外事例(1/3)

【事例】Atlasの有人化検討におけるEDS開発
(CCDev1: Commercial Crew Dev1)

<システム構成ベースライン>

(a)ロケットからのデータ収集と異常検知技術(主要IF①)

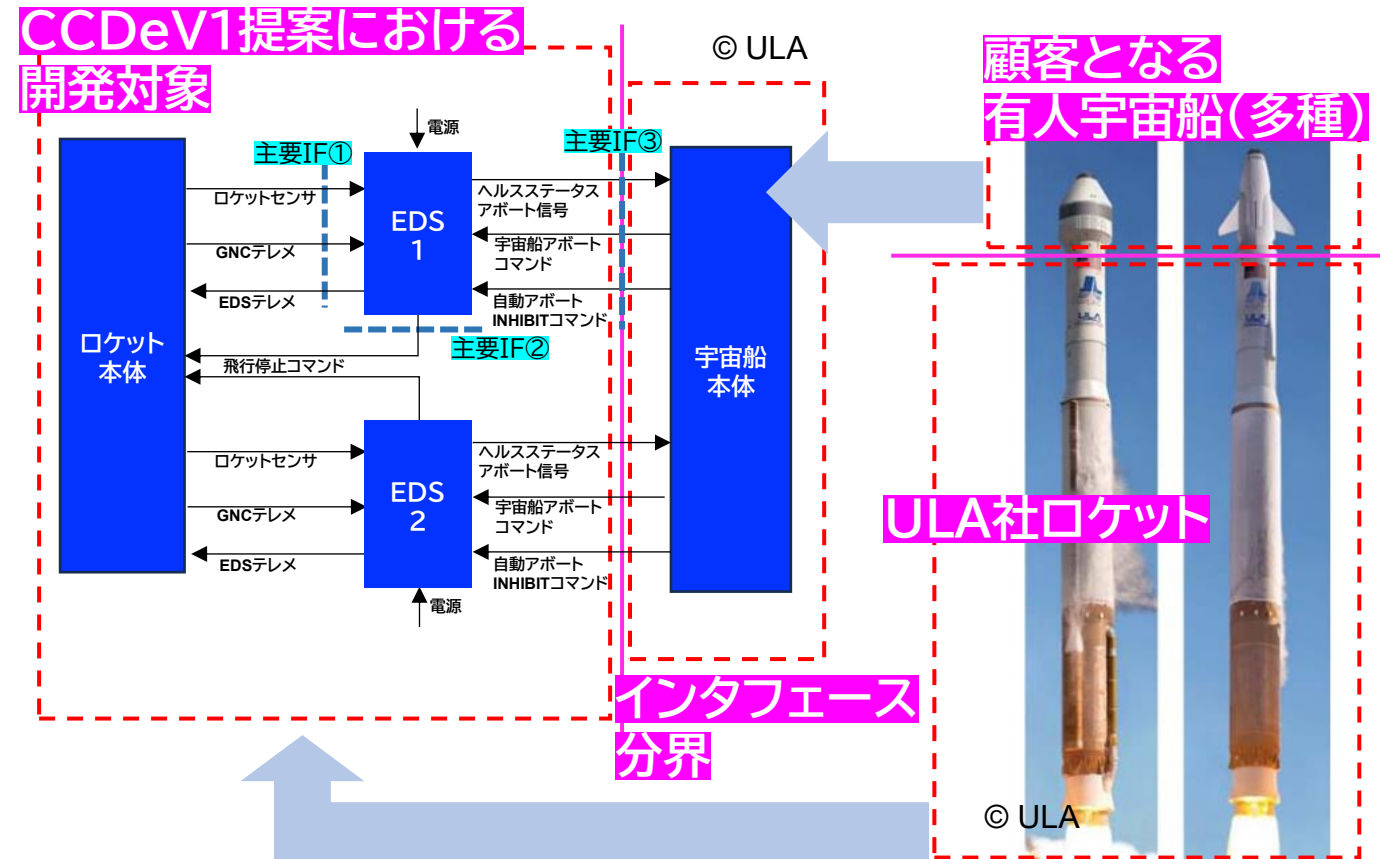
- (1) 必要な故障モードに関連するデータの収集。
- (2) Time-to-effectを考慮した検知ロジック

(b)異常検知後のロケット停止(主要IF②)

- (1) 破局的イベント検知後のエンジンや飛行制御の停止。
- (2) 多数決決定管理。
- (3) 搭乗員安全と飛行安全(Public safety)の両立化。

(c)宇宙船へのタイムリーなアボート信号発出(主要IF③)

- (1) 宇宙船のLAS起動による退避成功率の最大化のために必要となるTime-to-effectを考慮した通知。
- (2) 意図しないアボート信号発出を防ぐためのコンピュータ安全設計、ノイズ等に対応できる異常検知のロバスト性。



ULAにおける有人宇宙船-ロケットIFのシステム構成

4.2 異常検知・緊急離脱テーマの開発進め方例

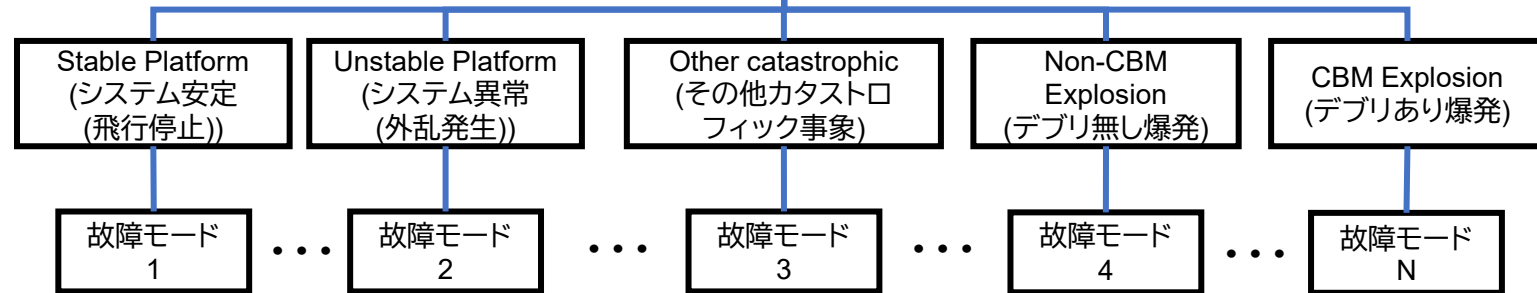
●異常検知(EDS)テーマのTRL4の海外事例(2/3)

【事例】Atlasの有人化検討におけるEDS開発
(CCDev1: Commercial Crew Dev1)

<計測項目の選定>

Initiating Event発生
(LASアボート必要な状況に至る)

or



<異常判定ロジックの検討>

EDSに配分される時間要求内に
カスτροφフィックハザードを検知するための
ロジックを検討する。

事象の発現から
EDS検知までには
サブ秒単位程度の
時間を想定。

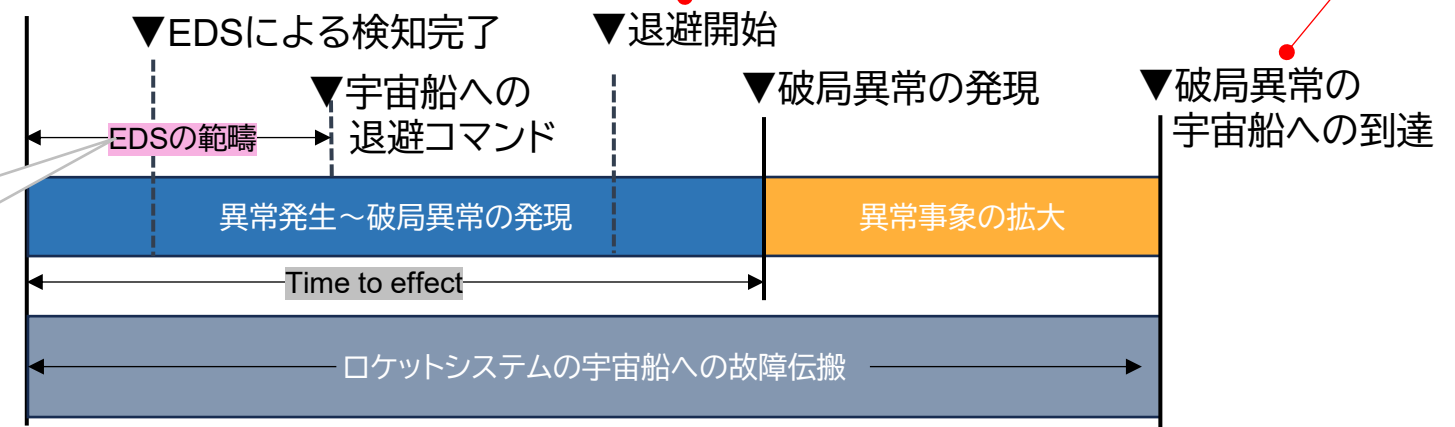
<カスτροφフィックハザードを検知するための計測項目例>

Atlas EDSでは、以下を過去の打上機との共通パラメータとしてまず選定。

- ・ロケット姿勢レート
- ・推進系タンク圧力、燃料タンク間差圧、燃料マニホールド圧力
- ・油圧系力
- ・電源状態

AtlasVユニークとして、更なる検知速度向上や故障網羅性拡大のために他にも多くのパラメータをモニタ、センサ追加などを実施。(達成すべき信頼性によって追加する。)

▼異常発生



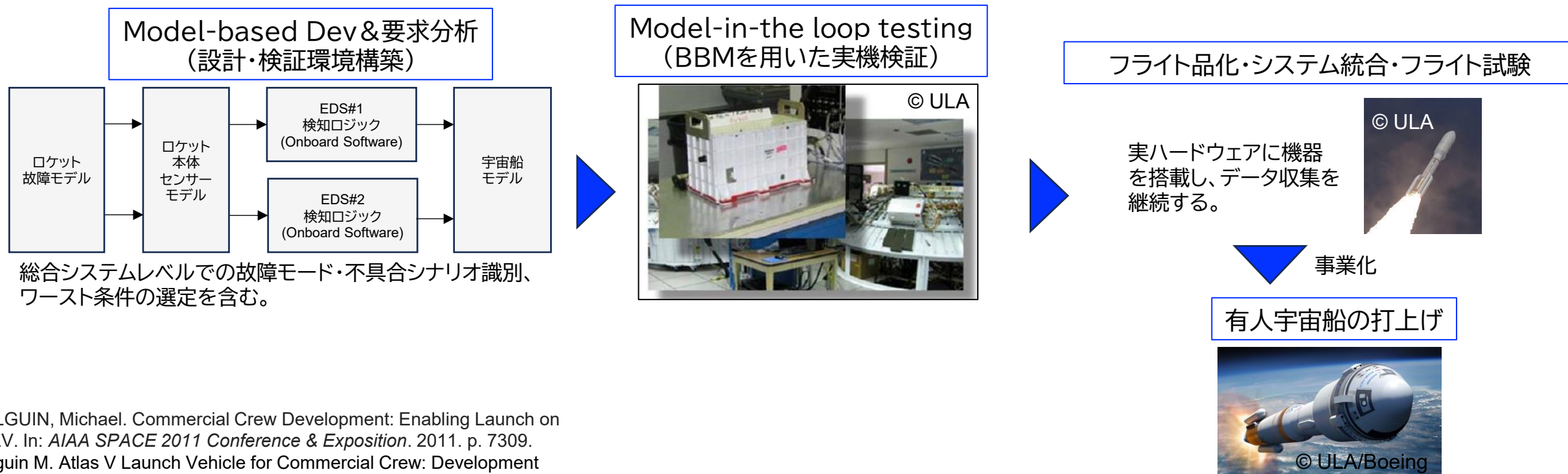
4.2 異常検知・緊急離脱テーマの開発進め方例

●異常検知(EDS)テーマのTRL4の海外事例(3/3)

【事例】Atlasの有人化検討におけるEDS開発
(CCDev1: Commercial Crew Dev1)

<ソフト・ハード設計検証計画/製造計画>

- ・総合システムレベルからの故障モード・不具合シナリオ識別、ワースト条件の選定の後に、段階的开发を進める。
- ・重要パラメータとなる異常検知からAbortコマンド発出までの検知時間パフォーマンスを管理しながら統合開発。
- ・想定するユーザーとなるロケット本体や宇宙船ヘインタフェース要求書を提示するための準備も実施。



4.2 異常検知・緊急離脱テーマの開発進め方例

●緊急離脱(LAS)テーマのTRL4の海外事例(1/2)

<システム構成ベースライン>

- LAS設計では、様々な宇宙船コンフィギュレーション毎に設計解があることに留意する。(事業化を考慮)
- 各LAS形態においても、固体式/液体式、またクラスタ方式/単独エンジン式でトレードオフがあることに留意する。
- 3.1項にて示した留意事項(ハザード源離脱のための増速、空力姿勢維持、姿勢展開・軌道変向、人体耐性)を考慮の上、LASの定量的な安全要求の設定、性能要求を策定する。

Pusher型

ロケットとのIF少ない

サイドマウント方式



- 事例: Crew Dragon
- 特徴: アバート時の排気プルームがロケットに影響しにくい。

プッシャー方式



- 事例: Blue Origin, Starliner
- 特徴: アバート時の排気プルームを逃がすための空間をロケット/宇宙船間アダプタに設ける必要あり。

Tractor/Puller型

ロケットとのIF多い

Apollo/Orion方式



- 事例: Apollo/Orion
- 特徴: 宇宙船の一部をフェアリングに覆わない、またはフェアリングを分割して宇宙船に取り付けるなどの対応が必要。

Soyuz方式



- 事例: Soyuz
- 特徴: 宇宙船は全てフェアリングに覆われるため、宇宙船分離のためのシーケンスが複雑。

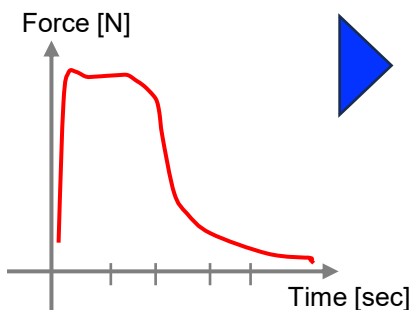
4.2 異常検知・緊急離脱テーマの開発進め方例

●緊急離脱(LAS)テーマのTRL4の海外事例(2/2)

【事例】SpaceX Super Draco開発
(CCDev2/CCiCap/CCtCapにおける一連活動)

<アボートモータ製作、地上試験検証>

仕様設定



要素試験



サブシステム統合



Pad Abort試験



増速のみならず姿勢・軌道変更が必要。

高速で十分な増速を人体耐性の範囲内にする必要がある。

In-flight Abort試験 (MAX-Q)



想定する総合システムからのフローダウンに基づき必要パフォーマンスを策定、実証。

- ・起動の速さ、離脱加速度(推力/重量比)
- ・推力プロファイルのばらつき(同時着火の確実性、人体の衝撃加速度の制約への影響)
- ・着火性、軽量性(システムとしての扱いやすさ) 等

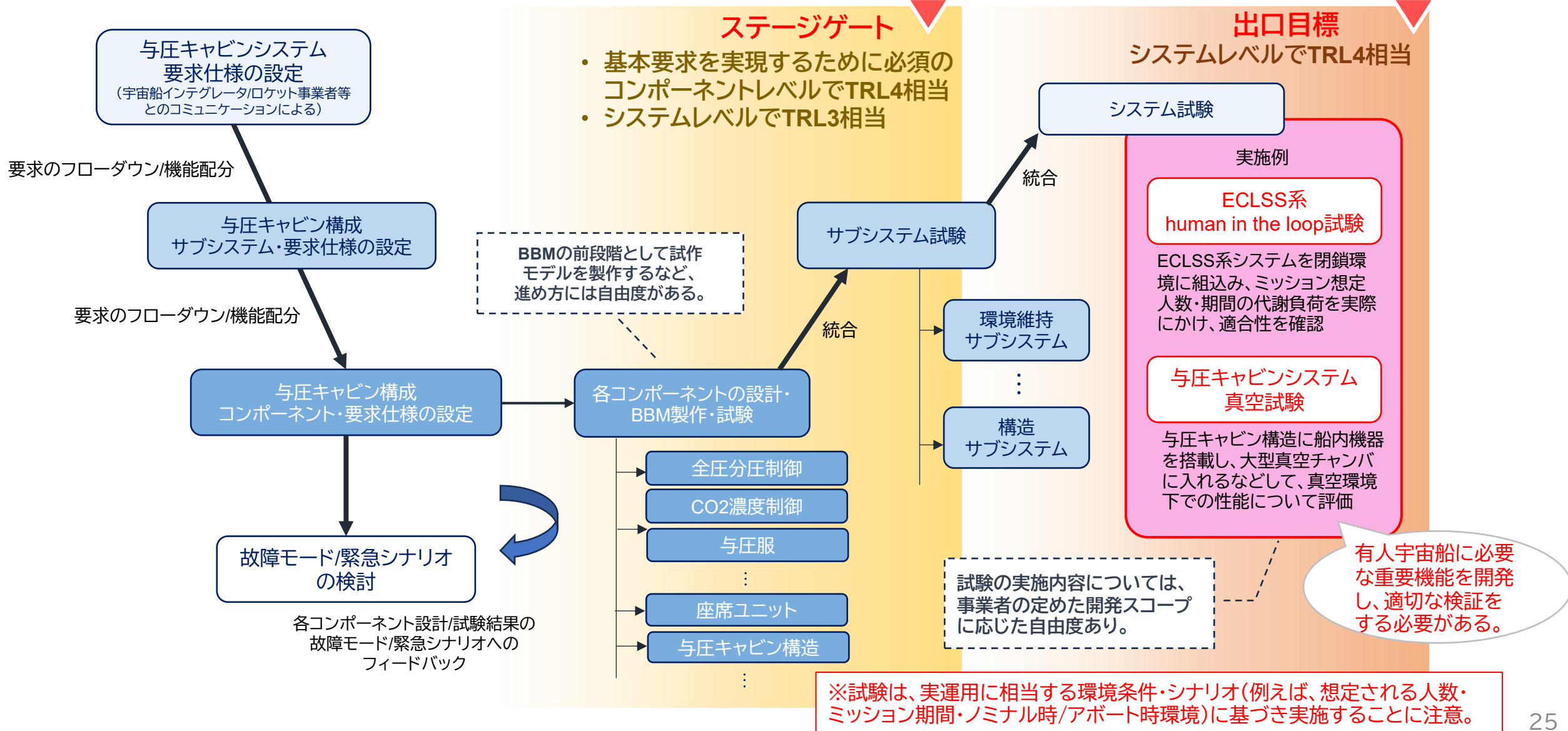
サブシステム/システムレベルでの開発着手に伴い実施。

- ・推進系サブシステムとの統合
- ・GNC制御系との統合(姿勢制御、スロットリング等)
- ・運用シナリオとの統合

4.3. 与圧キャビンテーマの開発進め方例

● TRL4達成に向けた活動全体像イメージ(Vモデルを適用した場合)

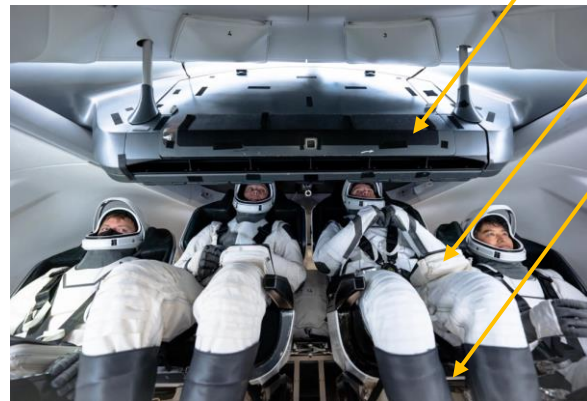
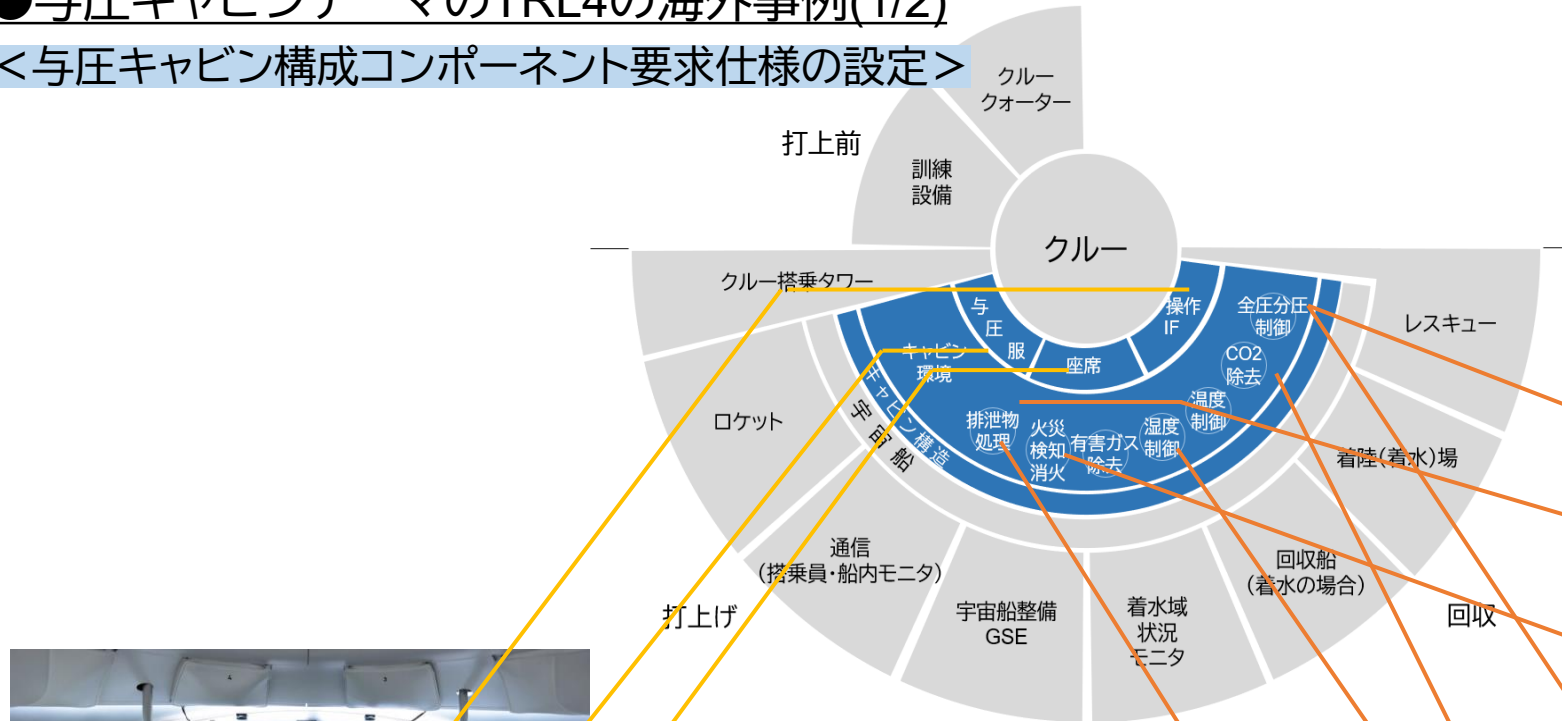
議論の叩き台



4.3. 与圧キャビンテーマの開発進め方例

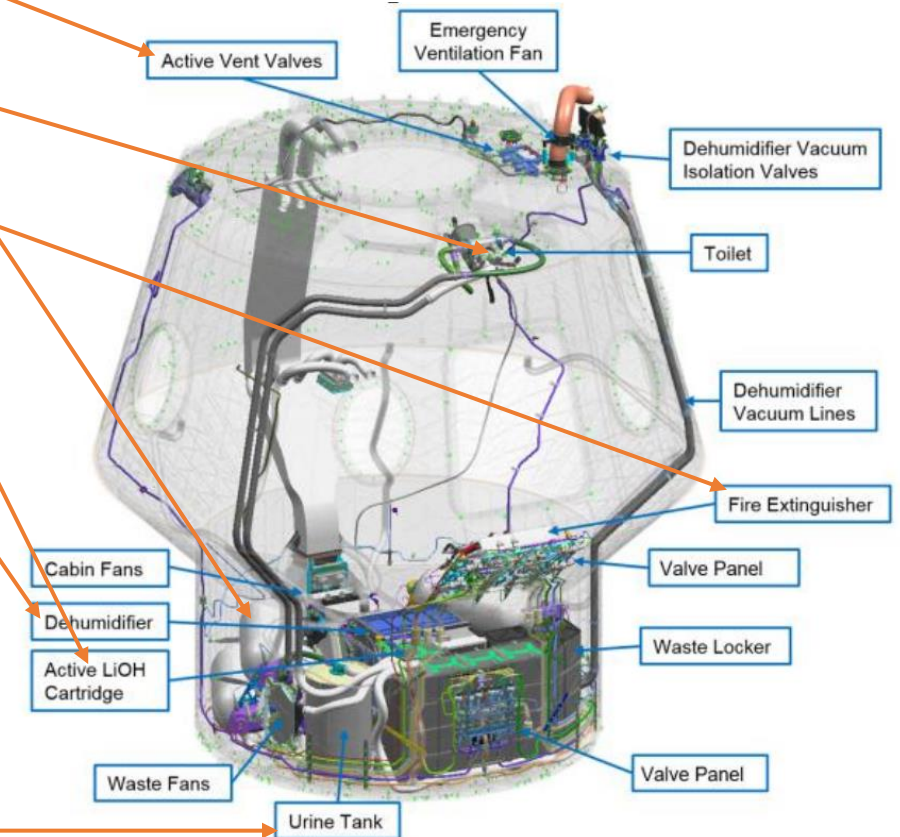
●与圧キャビンテーマのTRL4の海外事例(1/2)

<与圧キャビン構成コンポーネント要求仕様の設定>



©SpaceX

CrewDragonの与圧キャビン構成の例



Silverman, Jason, Andrew Irby, and Theodore Agerton. "Development of the crew dragon ECLSS." 2020 International Conference on Environmental Systems, 2020.

4.3. 与圧キャビンテーマの開発進め方例

●与圧キャビンテーマのTRL4の海外事例 (2/2)

<ハードウェア検証試験>

サブシステム試験相当

OrionにおけるECLSSシステム模擬負荷試験

減圧槽内に、ECLSS機器(空気再生システム)を設置し、クルー相当の模擬代謝負荷を設置し、性能を確認。



Button, Amy B., and Jeffrey Sweterlitsch. "Reduced Pressure Cabin Testing of the Orion Atmosphere Revitalization Technology." *43rd International Conference on Environmental Systems*. 2013

システム試験相当

OrionにおけるECLSSシステム-与圧服統合試験

有人減圧槽内に、ECLSS機器(空気再生システム)を設置し、被験者が着用した与圧服と接続した上で、適合性を確認("suits loop test")。



座席ユニットも
考慮

Barido, Richard. "Orion ECLSS/Suit System-Ambient Pressure Integrated Suit Test." *42nd International Conference on Environmental Systems*. 2011

4.4. 主要なシステム技術課題と技術検討項目

機能	主要なシステム技術課題	重要な設計パラメータ
A 生命維持、 環境制御、 与圧機能	空気循環等の生命維持環境の大前提	搭乗員の数、与圧室のサイズ
	信頼性評価をする上での大前提	与圧・生命維持の持続時間
	有人輸送に耐えられる性能や信頼性への影響	その他
B1 異常検知	爆発等の高リスクなハザード源からの離脱、 Public Safetyの両方の安全性確保	異常検知の時間
	高速かつ誤検知のないロバストな異常検知	ノイズ等に対応できる異常検知のロバスト性
B2 緊急離脱	爆発等の高リスクなハザード源からの離脱成功確率の最大化	起動の速さ、離脱加速度 (=LAS推力/総重量比)
		軽量性
	クラスタ時の同時着火の確実性、人体の衝撃 加速度制約に対する傷害発生確率の最小化	推力プロファイルばらつき
	In-flight, Pad Abortに必要な姿勢変更、軌道変向の実現	姿勢変更、軌道変向の性能

有人宇宙船に必要な重要機能を開発し、適切な検証をする必要がある。

高速でロバストな異常検知ができることを要確認。

高速で十分な増速を人体耐性の範囲内にする必要がある。

複数回試験での信頼性確認、ばらつきが許容範囲内であることを要確認。

増速のみならず姿勢・軌道変更が必要。

5. ディスカッション

- **TRL、みなさんイメージは同じですか？**
 - どこまで目指しますか？
 - ボーダーラインはどこですか？
- **I/Fの取り方のイメージは同じですか？**
 - I/Fを定義する上でどこを気をつける必要がありますか？
 - システム統合に向けて、何を考えますか？
(将来的なTRL5以降の開発に向けて)
- **研究計画を立案するにあたって、公募要領に足りない情報はありますか？**