

5H-5

## ロケットを用いた衛星打上げビジネスのリスク評価方法

高橋正和<sup>†,†††</sup> 岩崎雅昭<sup>††</sup> 榛澤和敏<sup>†††</sup> 川崎恭史<sup>†</sup> 寺野隆雄<sup>††</sup>

島根大学<sup>†</sup> 石川島播磨重工業(株)<sup>††</sup> (株)ギャラクシーエクスプレス<sup>†††</sup> 新エネルギー・産業開発機構<sup>†</sup>  
東京工業大学<sup>††</sup>

### 1. はじめに

本研究では，ロケットを用いた衛星打上げビジネスを短期間かつ円滑に実施するためのリスク低減手法について提案する．<sup>1)</sup>ここで，衛星打上げビジネスとは，衛星打上げ会社が，衛星製作会社から依頼を受けた衛星を，ロケットを用いて所定の期間と費用の内打上げるサービスとし，リスクとは所定の衛星打上げを行うためにロケットの設計変更をしなければならないこととする．これは，衛星には，通信，観測，各種実験等の様々な種類があるため，ロケットとのインターフェース条件（形状，質量，運搬環境，投入軌道等）が様々となり<sup>2)</sup>，ロケットの設計変更が必要となるためである．短期間で円滑な衛星打上げビジネスの実現には，衛星打上げ会社は衛星製作会社との間で，短期間でインターフェース調整を行い，可能な限りロケットの衛星フェアリング形状，衛星搭載装置，衛星分離方法等の設計変更が少なくなるようにしなければならない．この一連の作業はMission Integration(MI)と呼ばれる．

### 2. 衛星打上げビジネスの問題点

図 1(A)に衛星 A における従来 MI 手順の例（クリティカル・パスのみ抜粋）を示す．はじめに，(a)衛星製作会社から衛星打上げ会社への Interface Requirement Document (IRD)の提出と Preliminary Design Review (PDR) の実施，(b)IRD と PDR 結果に基づく各種予備解析，(c)予備解析結果に基づく IRD の再調整と Critical Design Review (CDR)の実施，(d)IRD と CDR 結果に基づく Interface Control Document (ICD) の制定，が行われる．二番目に，(e)ICD に基づく本番解析と実現可能性評価が行われる．三番目

に，本番解析結果に基づき，衛星 A の打上げに対応するための(f)ロケット側設計変更と(g)製作が行われる．四番目に，(h)設計変更済みのロケットと衛星 A を組み合わせて検証が行われる．そして最後に打上げが行われる．衛星 A の場合，(a)～(h)までの期間は 32 ヶ月となり，衛星製作会社の要望である短期間で円滑な衛星打上げが困難となっている．この原因は インターフェース調整期間が長いこと，個々の作業が前の作業が完了してから実施されること，等である．

### 3. 衛星打上げビジネスモデルの提案

原因 の理由は，衛星毎に IRD が異なっているため，全項目に対して個別調整を行う必要があるためである．しかし，実際には，衛星の種類が限定されていること，ICD 記載の仕様は衛星製作会社毎に類似していること，等の理由により ICD は幾つかのパタンに分類できる．さらに，ICD は衛星に依存しない共通項目と衛星毎に異なる固有項目に分類できる．この特徴を利用して，固有項目を中心に調整を行い当該衛星に特化した ICD を制定する．この方法は( )既存衛星 ICD を蓄積した DB (MI-DB)から，当該衛星に類似した ICD を選択する，( )選択した ICD を流用し，固有項目を中心に調整を行い ICD の内容を制定する，の手順により実施する．

原因 の理由は，衛星毎に ICD が異なっており，ロケットの設計変更に不確定な要素が多いため，リスクを最小限とするために後戻りのない手順を採用しているためである．ところで，衛星の ICD は(ア)幾つかのパタンに分類でき共通項目と固有項目が明確になっていること，(イ)固有項目は調整を行いながら段階的に決定されていくこと，という特徴がある．このため最後まで不確定な固有項目はごく少数である．そこで，衛星打上げ会社が固有項目の許容範囲を常時把握し，衛星製作会社にそれを守って衛星の設計と製作を行わせることで MI 作業の並行化と短縮化が実現できる．この方法は( )打上げ契約締結時点の情報を基に，MI-DB から，該当衛星に最も類似している ICD を選択する，( )ICD の共通項目と確定している固有項目を用いて，各種予備解析を行い，ロケットの設計変更なしで

An evaluation method of satellite-launch business using rocket

<sup>†</sup> Masakazu TAKAHASHI, Shimane Univ.

<sup>††</sup> Masaaki Iwasaki, Ishikawajima-Harima heavy Industries Co., Ltd.

<sup>†††</sup> Kazutoshi HANZAWA, Galaxy Express Cop.

<sup>†</sup> Takashi KAWASAKI, New Energy and Technology Development Organization Industry

<sup>††</sup> Takao TERANI, Tokyo Institute of Technology

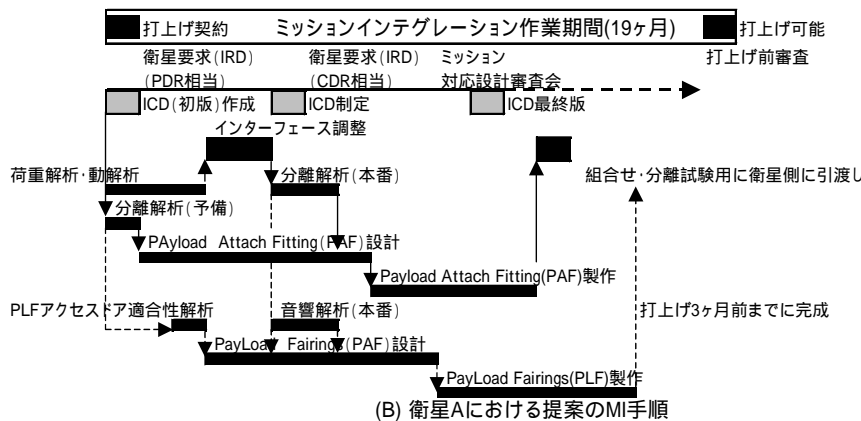
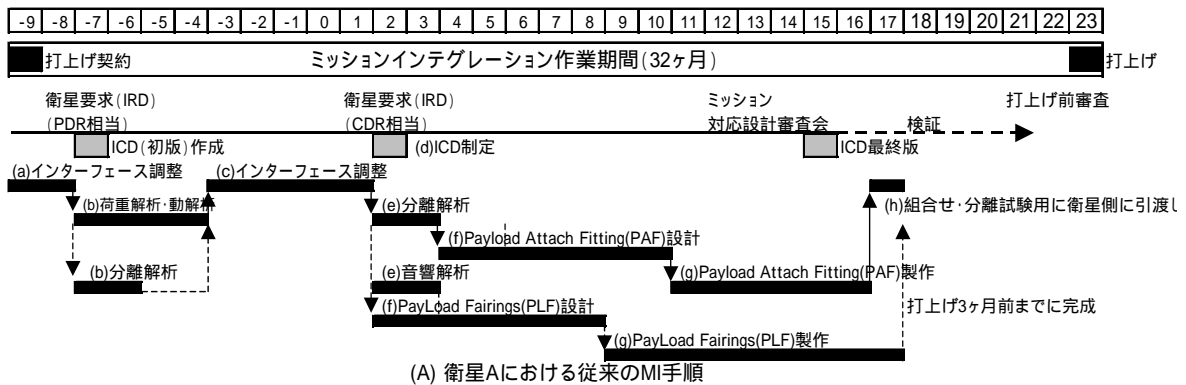


図 1 従来と提案の MI 手順 (クリティカル・パスのみ抜粋)

対応可能な固有項目の許容範囲を算出し、それを基にICD(初版)を作成する、( )衛星製作会社はICD(初版)を用いて衛星を設計し、確定した固有項目があれば、衛星打上げ会社に連絡する、( )以降、衛星の設計完了まで( )と( )の処理を繰り返す、の手順で実施する。なお、固有項目の許容範囲算出には遺伝的アルゴリズムを使用した。<sup>3)</sup>この結果、衛星打上げ会社が衛星製作会社に対して最新ICDに従った設計をするよう指導することで、ロケットの設計変更に伴うMI期間の長期化リスクを低減可能となる。

図 1(B)に上記解決策を反映した提案ビジネスモデルを示す。さらに、図 2 に提案ビジネスモデル効率化のための支援システムの概要を示す。上記のビジネスモデルと支援システムを衛星 A に適用した場合、期間を 19 ヶ月に短縮できる。

#### 4. おわりに

短期間での円滑な衛星打上げ実現のための MI ビジネスモデルについて提案した。提案ビジネスモデルの採用により、ロケットの設計変更に伴うリスクが減少し、MI 期間短縮が可能となる。また、副次効果として費用低減も期待できる。この結果、ロケットを用いた MI の競争力が向上すると考えられる。今後は、支援システムの充

実を図ると共に、提案手法の成否を左右する MI-DB に蓄積する既存 ICD パタンを充実させていく。

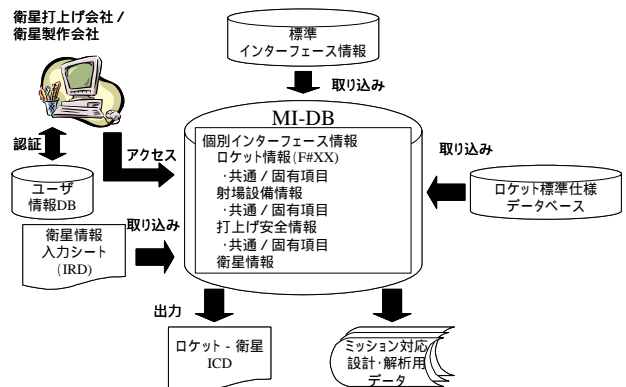


図 2 MI の効率化支援システムの概要

#### 参考文献

- 1) 新エネルギー・産業開発機構：次世代輸送系システム設計基盤技術開発ミッション対応設計高度化技術平成 16 年度研究開発報告書，新エネルギー・産業開発機構(2004)。
- 2) 富田信之 他：ロケット工学基礎知識，コロナ社(2001)。
- 3) 寺野隆雄：GA を使いこなすには，情報処理，Vol.40, No.6, pp.628-631(1999)。