

H3 ロケットが打上げ失敗

2023-03-13

Q: どのような事故ですか？

A: 2023年3月7日、宇宙航空研究開発機構（JAXA）が鹿児島県の種子島宇宙センターから打ち上げようとしたH3ロケット1号機が打ち上げに失敗しました。2段目ロケットのエンジンに点火できなかったために失敗したものです。ロケットは安全のために爆破されました。今回の失敗は、日本にとってスペースX社が先行する宇宙開発領域での大きな挫折と指摘する声もあります。日本政府は、打ち上げ失敗は大変遺憾との表明をしています。



図.1 H3ロケットの打ち上げ失敗

Q: JAXAは原因不明としていますが、原因を推定できますか？

A: 一言でいえば、わが国の宇宙開発技術者がトップダウン思考でプロジェクトを推進できなかったことが原因といえます。直接の原因は、2段目ロケットのエンジン点火を制御する半導体が電磁干渉（EMI）で誤作動したことと考えられます。トップダウン思考ができなかったわが国の宇宙開発技術者は、EMIによる半導体の誤作動を予測できなかったものと思われる

Q: なぜ、EMIによる半導体の誤作動と考えられるのですか？

A: 数日前、打上げ準備のテストでブースターロケットのエンジン点火の不具合が発見されて打ち上げが中止されました。実施されたテストは、BIST (Built-In Self Test) とかBITE (Built-In Test Equipment) とよばれる電子機器類のテストです。システムに組み込まれている半導体などをそのままテスト用コンピュータで検査するものです。航空機の整備でも頻繁に実施されています。当日の打上げ前にも同じテストが実施されたはずですが、その時には異常が検知されませんでした。その事実から、EMIによる半導体の誤作動ではないかと疑われるのです。なぜなら、EMIは偶発的にしか発生せず、テストをすり抜けることがあり得るからです。トップダウン思考ができない技術者には、EMIのこのような特性が理解できないようです。数日前の打上げ準備のテストで発見されたブースターロケットのエンジン点火の不具合

HuFac Solutions, Inc.

も、EMI による半導体の誤作動であった可能性があります。偶々、EMI がテストの時に発生していたと考えられなくはないからです。



図. 2 航空機の BITE テスト

Q: H3 ロケットの前の H2A ロケットでは 98%の打上げ成功率を達成していたのに、後継の H3 ロケットでなぜ EMI による半導体の誤作動が起きたのでしょうか？

A: 原因は 2 つ考えられます。どちらも衛星打ち上げ競争に勝つための技術開発に関連しています。2 つの原因とは、① 打上げ経費節減のために自動車用の安価な半導体を採用したこと、② ペイロード増加のために「わが国のあるメーカーが開発した技術」を積極的に採用したことです。実は、かつて H2A ロケット 6 号機でブースターロケットを切り離せなかった事故が起きた時にも、弊社はトップダウン思考で EMI によるリチウムイオン電池の半導体の誤作動を疑っていました。当時、JAXA とロケットのメーカーの三菱重工 (MHI) は主エンジンの高熱噴流の漏れによる点火システムの焼損と結論づけて、EMI による半導体の誤作動を疑ってみることはしませんでした。

Q: ① がなぜ、EMI による半導体の誤作動の原因になるのですか？

A: ハイブリッド車や EV では、EMI による半導体の誤作動による暴走事故が頻繁に起きています。自動車用の安価な半導体には、EMI 対策としてのフォルトトランス設計が採用されていないからです。JAXA や MHI が自動車用の半導体を H3 ロケットに採用したのは、安易なボトムアップ思考といえます。

Q: ② がなぜ、EMI による半導体の誤作動の原因になるのですか？

A: 「わが国のあるメーカーが開発した技術」が EMI 発生の確率を高めるからです。ボーイング 787 や 737MAX にも同じ技術が採用されていて、EMI による半導体の誤作動による事故が起きています。JAXA や MHI は、そこまで視野を広げるトップダウン思考ができなかったようです。

Q: わが国と同じ東アジアの中国や韓国も人工衛星の打上げビジネスに参入していますが、どうなっているのでしょうか？

HuFac Solutions, Inc.

- A: 人工衛星の打上げビジネスの競争にわが国ほどは「前のめり」になっていないようです。今後、わが国と同じように「前のめり」になって①や②を採用することがあれば、打上げ失敗を経験するかも知れません。
- Q: わが国の宇宙開発業界が国民の夢に応えるには、これからどうすればよいのでしょうか？
- A: 人工衛星の打上げビジネスの成果を焦るよりも、わが国の宇宙開発技術を地道に育てることに専念すべきです。それには、これまでのボトムアップ思考を棄ててトップダウン思考の技術開発を学ぶ必要があります。最新の技術であるフォルトトレランス設計は、トップダウン思考でなければ実現できません。
- Q: これまでに宇宙開発の分野にトップダウン思考を広めようとしたことがあるのですか？
- A: 弊社代表が JAL 在籍時に 2 度あります。1 度目は、JAXA の前身である宇宙開発公団 (NASDA) から国際宇宙ステーション (ISS) の日本実験棟 (JEM) の独立評価委員を委嘱された時です。評価に際してわが国のメーカーから JEM の設計理念を聞きましたが、民間航空機にくらべて遅れていることに驚きました。民間航空機に採用されている先進的なトップダウン思考の設計を参考にさせていただきよう進言しました。メーカーにはほとんど聞き入れられませんでした。評価会議に同席していた若い宇宙飛行士 3 名からは「船外活動の安全など、宇宙飛行士の安全を真剣に考えてくれる人にこれまで会ったことがなかった」と感謝されました。2 度目は、独立評価委員を務めた縁で JAXA のグループ会社から講演を依頼された時です。トップダウン思考によるヒューマンファクター設計の重要性を力説しました。残念ながら、JAXA 本体には届かなかったようです。

本情報に関する連絡先：

(株) ヒューファクソリューションズ

URL: <http://www.hufac.co.jp>

E-mail: info@hufac.co.jp