

日本航空電子工業の宇宙事業への取り組み

日本航空電子工業株式会社
航機営業本部 宇宙営業
シニアマネージャー 古田 由美

1. はじめに

当社は、これまでに数々の宇宙機搭載機器を手がけているメーカーとして、宇宙産業に関わりを持って参りました。また、同時にコネクタ等の宇宙用部品の認定メーカーとしても宇宙産業との関わりを持って参りました。

本稿では、宇宙機搭載機器について、簡単に歴史に触れ、主力製品の紹介と今後の取り組みについて述べます。

2. 当社の宇宙機器開発の経緯

当社は、「開拓、創造、実践」の企業理念のもと、将来の航空・宇宙産業の発展を見据え、社名を「日本航空電子工業」とし、1953年（昭和28年）に創立されました。そして創業当時から独自の革新的、創造性に富んだ技術を逐次開発し、事業の基盤を築いて参りました。

創業の翌年1954年にはジャイロの研究をスタートしています。まさに今日の航機事業の根幹技術の開発スタートと言えます。その研究は、1960年代に入ると旧科学技術庁航空宇宙技術研究所殿、旧宇宙開発推進本部（旧NASDAの前身）殿および旧防衛庁技術研究本部殿からの支援を戴きながら、行われました。そして、1965年に宇宙開発事業団（旧NASDA）の小型実験ロケット用慣性誘導装置の開発へと繋がっていきました。当時のジャイロはもちろんコマ式（機械式）ジャイロで、この技術は初の国産大型ロケットであるN-Iロケット用慣性基準装置、1970年代後半

のH-Iロケット用慣性センサユニット（IMU：Inertial Measurement Unit）に引き継がれて行きました。

H-Iロケット用IMUは、ロケットシステムとしては現在の大型ロケットの原型となるものですが、IMUとしては4自由度を持ったジンバル構造のイナーシャルプラットフォーム型（慣性センサは慣性空間に固定される）と呼ばれる構造のもので、工芸品と言っても良いほどの複雑な構造と製作技量を要するものでした。H-Iロケットには、IMUの他に当社のLNGタンク液面計の技術を応用した推進薬量計測装置も搭載されました。

H-Iロケット用IMU開発開始の数年後（1970年代終盤）には、現在の主力ジャイロである光学式のリングレーザージャイロ（RLG：Ring Laser Gyro）の研究をスタートさせています。RLGの開発は高度なガラス加工技術、高精度ミラーの開発等多くの要素技術の開発が求められましたが、高性能なオンボードコンピュータの出現とあいまって、慣性装置を全てストラップダウン型（慣性センサを機体に直付け）にすることに寄与して結実し、それにより、現在の防衛省殿の各種機体、陸上車両および船舶にも採用されてストラップダウン慣性航法装置の事業基盤となっています。RLGの開発に当っては旧NASDA殿から多くの支援を戴き、H-IIロケット用IMUとして初のオール国産大型ロケットの成功へ貢献することができ、その後のH-IIAロケット用IMUでは更なる小型化と高性能化を達成し、今日のH-IIA/

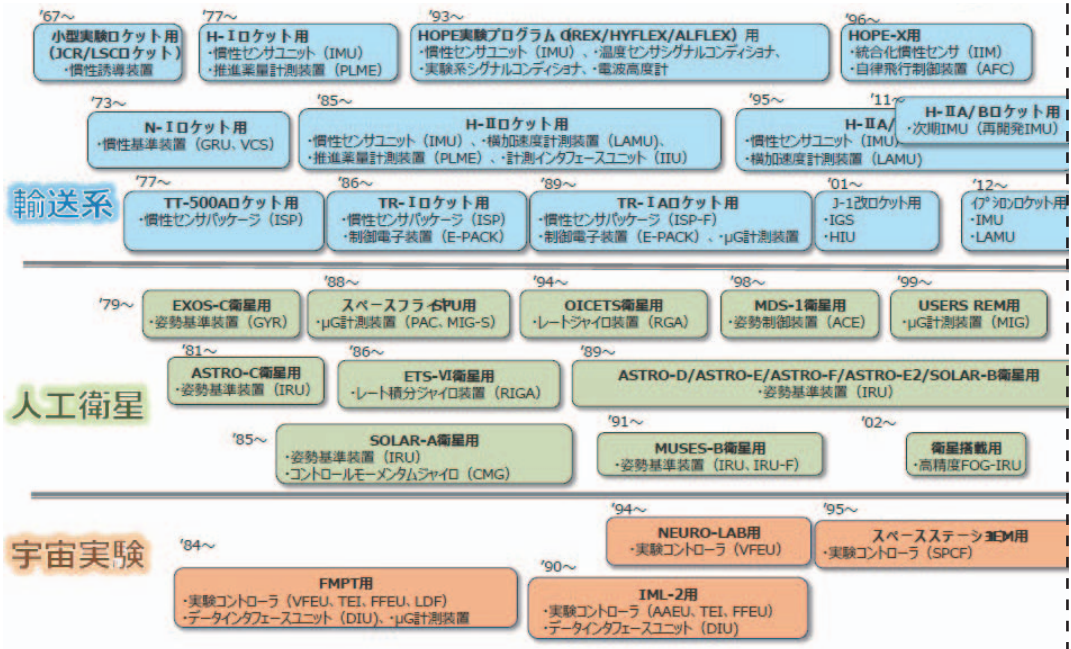


図1 当社の宇宙事業活動

Bロケットおよびイプシロンロケット用IMUに繋がっています。

H-IIロケットではIMUの他に横加速度計測装置(LAMU: Lateral Acceleration Measurement Unit)、推進薬量計測装置および計測インタフェースユニットの電子機器、また、H-II Aロケット以降ではIMUとLAMUが搭載されています。このように、当社の宇宙機搭載機器は旧NASDA殿のロケット開発と共に歩んで参りましたが、宇宙科学研究所 (ISAS) 殿の科学衛星においてもコマ式ジャイロ (FRIG: Floated Rate Integrating Gyro) を用いた慣性基準装置 (IRU) を1980年~1990年代に採用頂いておりました。また、旧NASDA殿の小型ロケットでも慣性センサパッケージおよび制御電子装置を採用いただいております、TR-IAロケットではファイバーオプティックジャイロ (FOG: Fiber Optic Gyro) を採用した初の慣性センサパッケージとなりました。

一方、慣性装置に不可欠な加速度計においては、1970年代終盤に加速度計の主力製品であるサーボ型加速度計開発をスタートしており、現在、ロケット用IMUおよびLAMUはもちろんのこと、当社のほぼ全ての慣性装置に搭載されているのみならず、加速度計そのものは単体製品として「はやぶさ」等の小惑星探査機や人工衛星にも採用されています。

なお、このほかには、国際宇宙ステーション (ISS) で使用される各種実験装置の電子制御装置や実験セルと呼ばれる各種実験を成立させる試料収納容器等も採用戴いています。今まで述べたとおり、当社の宇宙産業との関係は、主にロケット (輸送系) のアビオニクス的一端を担うものですが、いずれも航機事業部の基本コンセプトである“モーション・センス&コントロール”を宇宙で具現化するものであります。

3. 宇宙事業の主力製品紹介

当社の現在の宇宙事業の主力製品は、ロケット系の搭載機器と、国際宇宙ステーション／きぼう（JEM）の実験に、使用されているセルユニットや搭載電子機器が主なものとなっています。以下にその概要について紹介します。図2に主な当社の宇宙機搭載製品を示します。

(1) H-II A/Bロケット・イプシロンロケット搭載機器

当社では日本の大型ロケットに関して従来からロケットの姿勢制御および誘導制御用センサとして横加速度計測装置（LAMU）と慣性センサユニット（IMU）を担当しており、H-II A/B用のLAMUおよびIMUについては、技術移転後、三菱重工業(株)殿よりご注文を戴いております。いずれもキーパーツ製造から

製品組立、調整試験迄一貫生産の自社製慣性センサ（RLGおよびサーボ型加速度計）を組込んだ製品であり、センサの特性を知り尽くした高性能で非常に信頼性の高い製品となっており、連続打上げ成功更新中のH-II A/Bロケットの信頼性に大きく貢献しています。なお、H-II A/Bロケットとイプシロンロケット用のLAMUおよびIMUは性能諸元に若干の差異がありますが、ほぼ同じ仕様で製作されています。

①横加速度計測装置

加速度計2個が組込まれ、加速度入力軸が機軸に対して直角になるように配置されています。1段目に搭載され、ロケット機体が横風等で流される際の横加速度を検知し、機体の力学的な負荷を軽減させるための制御に使われます。特長としては、一段



図2 当社の主な宇宙機搭載製品

目機体の非常に過酷な機械的環境条件に耐え、かつ、微小な加速度を所望の周波数特性で正確に計測できる点が挙げられます。加速度計はIMUに組み込まれている加速度計と同タイプのものを使用しています。

②慣性センサユニット

RLG4個と加速度計4個が直交3軸とそれに斜めに配置されるスキュー軸に組み込まれています。2段目（イプシロンロケットでは3段目）に搭載され、ロケットの方位角計測と飛行中の機体運動を計測して誘導制御に使用されます。人工衛星切り離しの最後まで機能して人工衛星の軌道投入精度に大きな影響を与えるミッションを担っています。特長としては、上記のスキューセンサ配置により1軸のセンサが故障してもミッション遂行できる高い信頼性が挙げられます。また、H-IIロケットではロケット打上げ時の初期方位角（機体が向いている方向）を光学的な測量で計測していましたが、このIMUではIMU内のRLGで方位角を計測するセルフアライメント方式を採用しています。これにより、発射前の整備作業の利便性が格段に向上し、かつ、リフトオフ時点の方位角が計測可能となり、軌道投入精度向上にも寄与しています。なお、これまでの打上げにおいて、衛星の軌道投入精度はスペックのほぼ中心値に近い実績を挙げており、少なからず、衛星の寿命延命に貢献しているものと考えています。

(2) 宇宙実験用機材

当社は、JAXA殿とIHIエアロスペース殿が開発されている軌道上の無重力環境における各種実験プログラムにも協力させて戴いております。今までに蛋白質結晶生成用のセルユニットや、各種の搭載電子機器を担当して

数々の実験に貢献しております。以下にISSで使用されるセルユニットや搭載電子機器の例を紹介いたします。実験装置設計において、当社のアビオニクス機器設計、製造技術が活かされております。

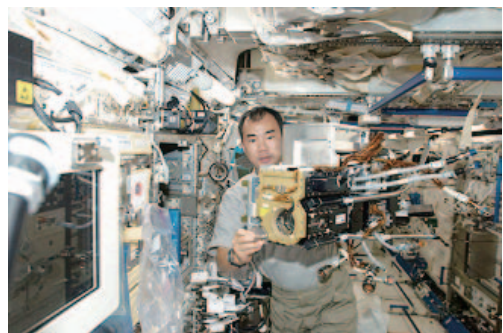
①セルユニット

地上で構造解析用に蛋白質の結晶化を行った場合、重力の影響で大きさが小さくなったり異形状となるものが多く、うまく蛋白質の構造解析ができない場合がありますが、無重力の環境を利用し結晶化した場合、大きく良質な形状で結晶化でき、解析上多くの情報を得ることが出来ます。その良質な結晶を得る為に開発された装置が蛋白質結晶生成用のセルユニットです。

当社は、このセルユニットの構造設計／製造を担当させて頂きました。なお、実験終了後には再度弊社にて再整備作業がなされ再フライトいたします。（過去6回実施）

②マランゴニ対流流体物理実験装置

無重力環境を利用したマランゴニ対流の特性を計測するための装置であり、装置内にシリコンオイルの液柱を作りだし、液柱の両端に高温低温の温度差をもたせ表面張力差で対流を起こさせるマランゴニ対流



(C) JAXA/NASA

図3 マランゴニ対流流体物理実験装置

の基礎データを取得観察するための実験装置です。

当社は、このマランゴニ対流流体物理実験装置液柱形成装置の構造設計／製造を担当致しました。

4. 今後の取り組み

ここまで当社の宇宙機搭載機器の歴史及び主力製品について、ご紹介を致しましたが、以下に今後の取り組みについて述べます。

ロケット関連では、昨年より開発がスタートした新型基幹ロケットにおける新慣性センサユニットの開発を確実に成功させることであります。当社のセンサ技術は、我が国が自前で宇宙開発を推進する上で必須なキー技術として位置付けて戴いていております。このことは、当社技術が国としての宇宙開発の一

端を担うものとして、一層研究開発に邁進して参ります。

また、宇宙関連ビジネスを維持・拡大していく為には、将来の有人システムといった新しい輸送システムへの展開や、衛星等、ロケット以外の新規分野への取り組みが必要と考えており、新たな製品開発も推進して参ります。そして、今後もJAXA殿及び関連システムメーカー殿と共に、ビジネスの更なる拡大を目指していきたいと考えております。

5. おわりに

当社の宇宙産業への関わりと機器の歴史、製品紹介と今後の取り組みについて、述べさせて戴きました。今後も、新技術開発にたゆまぬ努力と研鑽を進め、日本の宇宙開発に貢献して参ります。