

十亀英司  
 (宇宙開発事業団 ロケット開発本部)

1. 開発の背景

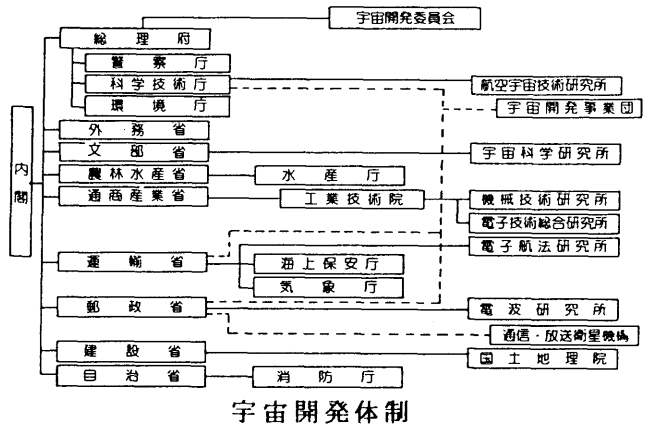
宇宙開発事業団 (NASDA) が、実用衛星打上げ用として日本で最初に開発したのはN-Iロケットである。NASDAが発足した昭和44年頃には、宇宙科学研究所 (ISAS) のMuロケットによる科学衛星の打上げがまだ成功していなかった。静止衛星を主とした実用衛星の打上げには、Muロケットより強力な軌道投入精度の高いロケットが必要であるが、当時の日本の技術力では短期間でこのようなロケットを完成することは相当に困難であった。米国との協議により、旧デルタ・ロケットのレベルまでの技術の導入が可能になったこともあって、自主技術に基づく従来の計画が見直され新しくN計画が設定された。

N計画は、米国の技術を吸収して早く実用衛星打上げ用ロケットを完成しようというもので、昭和50年にはN-Iロケット1号機の打上げに成功した。ただし、N-Iロケットは静止衛星の打上げ能力が130kgしかなく、能力不足の感は免れなかった。気象庁、電々公社、NHK等の利用者側からは、もっと大型の衛星を早急に打ち上げて欲しいという要望が出され、これに対応するために、再び米国の技術を利用して350kgの静止衛星打上げ能力をもつN-IIロケットを開発した。N-IIロケット1号機の打上げは昭和56年で、N-I、N-IIともに短期間で開発に成功した。

N-I、N-IIロケットの開発は米国の技術に基づき実施したが、この間自主技術の育成をなおざりにしていたわけではない。将来のロケットには自主技術が必要であるということは、関係者の一致した考え方であった。昭和40年代末頃から種々の検討を行って、50年代前半には主要な技術の開発研究に着手した。一方、世界的な宇宙利用の発展にともない、利用者側はますます大型の衛星を要望するようになった。この要望と、自主技術育成の方針が結びついて誕生したのがH-Iロケットである。

2. 開発体制

日本の宇宙開発は、右図に示すような体制のもとに、多くの民間企業や関連団体が参加して進められている。総合的な企画、調整は宇宙開発委員会が行う。NASDAとISASが実



施機関の中心であり、航空宇宙技術研究所（NAL）その他の機関の協力のもとに、宇宙開発委員会が定めた方針に従い計画を実行する。NASDAは宇宙利用、ISASは宇宙科学の分野を担当している。

NASDA内においてロケット及びその要素の開発を行っているのは、現在ロケット開発本部と呼ばれている部門である。本部付要員とロケット及びエンジンの二つのグループで構成されており、本部長のもとに、副本部長と総括開発部員（グループの長）が全体の業務を掌握している。現在のロケット開発本部の構成人員は約60名で、この他宮城県角田ロケット開発センター等に各種の開発試験を実施するための人員が配置されている。ロケットの打上げは、打上管制部及び鹿児島県の種子島宇宙センターが中心となる。

H-Iロケットは、開発研究段階を含めると約10年をかけて完成したものであり、この間に組織変更や人員の増減はあるが、基本的には現在と同様な組織で開発を行ってきた。開発の全段階を通して、供試体の設計、製作及び試験はほぼ全面的に民間企業に委託してきたが、国家事業として開発のリーダーシップはNASDAがとる必要がある。このためNASDAが実施した業務は、具体的な開発方針、開発計画、目標仕様等の設定に始まって、委託企業の選定、関連企業間の調整、企業の業務の監督、開発試験の立合、問題が発生した場合の処置の決定、開発の各段階における審査、目標に合致したものが開発されたことの最終的な確認、さらには打上げの実施等多岐にわたる。

### 3. 開発方針

ロケットの開発は、H-Iロケットで約1600億円、10年間を要したように、かなり大規模なプロジェクトである。最初に設定する開発方針が適切であるか否かが、その成功、不成功に大きく影響する。

H-Iロケット開発の基本的な方針としては、1項に述べた背景から自然に下記のような考え方が採用された。

- (1) 利用者側の大型衛星打上げ要望に応える。
- (2) 宇宙輸送分野における自主技術の基盤を確立する。

自主技術育成の対象とする重点開発項目には、液酸・液水推進装置、上段固体ロケット及び慣性誘導装置を選択した。

液酸・液水推進装置は、液体酸素と液体水素を推進薬とする液体ロケットで、実用的な化学ロケット推進装置としては最高の性能を発揮する。シャトルやアリアン等各種のロケットに採用されており、宇宙輸送の分野では中心的な役割を果たすものである。固体ロケットはISASが培ってきた技術であり、上段ロケットや補助ロケット用等として多様な用途が考えられる。H-Iロケットでは上段用の固体ロケットを高性能、軽量化することを狙った。

N-Iロケットでは、地上からの電波信号によりロケットの飛行経路を修正する電波誘導方式が採用されたが、この方式は大掛かりな地上設備を必要とする等の問題があるため、ロケット自身で自分の位置や速度を判断して修正する慣性誘導方式が主流となっていた。N-IIロケットでは慣性誘導方式を採用したが、残

念ながらこの装置は米国からブラック・ボックスとして輸入したもので、射場でのオペレーションも米国技術者が主体となって行うというものであった。このような状況から、自主技術による慣性誘導装置が、先の二種類の推進装置と並んで重点開発項目に選定された。

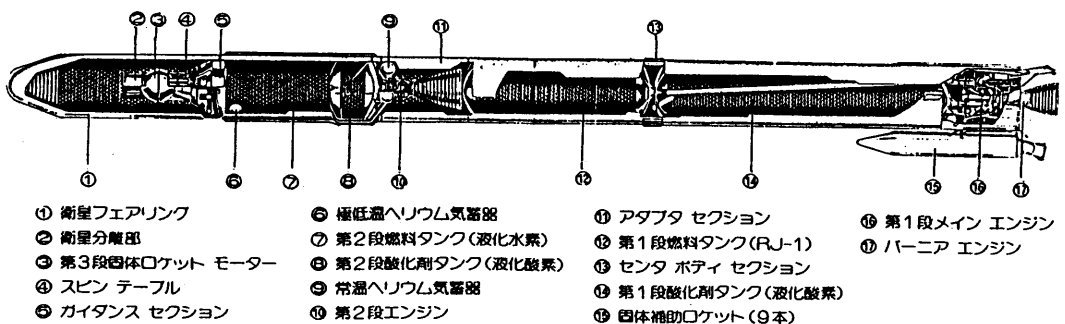
ロケットの打上げ能力については、静止衛星500kg級とするか750kg級以上とするかで意見が別れた。液酸・液水推進装置、上段用固体ロケット及び慣性誘導装置の他はできるだけ既存の技術、ハードウェアを用いることにより、限られた資金と期間のもとで確実に開発を完了するという立場からは500kg級のロケットが主張された。一方、世界の趨勢から昭和60年代の実用衛星は750kg級以上が主流となるとの見通しから、多少無理をしても大型のロケットを開発すべきであるという考え方もあった。750kg級以上のロケットを実現するには、大型の固体補助ロケットを利用する等様々な案が考えられたが、いずれにしろ開発要素の増加は避けられない。

この問題は最終的には昭和55年の宇宙開発委員会で決着し、当面は500kg級のロケット(H-I A)を開発するが、引き続きできるだけ早く大型ロケット(H-I B)の実現を図るとの方針が決定された。後にH-I B計画は、2ton級の静止衛星打上げ能力を持つH-IIロケットの開発へと発展的に解消され、H-I Aが現在のH-Iロケットとなった。

H-Iロケットは、前記三要素以外は既存の技術及びハードウェアを極力利用するとの方針から、第1段はN-IIロケット用のものをほぼそのまま使用している。また、宇宙用の特殊部品、材料の一部は米国からの輸入品を使っている。これにより、N-Iロケットからの日米政府間協定が基本的にはH-Iロケットにまで引き継がれることになった。H-IIロケットにはこの協定は適用されず、日本が独自の立場で宇宙輸送能力を確保することができる。

#### 4. H-Iロケットの概要

下図に示すように、H-Iロケットは3段式のロケットである。第1段及び固体補助ロケットはN-IIロケットとほぼ同一で、ライセンス生産を行っている。第2段及び第3段は自主開発を行ったもので、第2段に液酸・液水推進装置を、



H-Iロケットの概要

第3段に固体モータを採用している。慣性誘導装置は第2段に搭載し、2・3段切離し時までには飛行経路を修正する。第3段はスピン安定方式で、一定の姿勢を保ったまま飛行する。静止衛星の打上げ能力は約550kgで、地球観測衛星等の低・中高度衛星は第2段の再着火能力を利用して2段式で打ち上げる。

世界の他のロケットと比較した場合、打上げ能力の面ではデルタ、アリアン、或は中国の長征3号等よりも劣っており、実用衛星打上げ用ロケットとしては能力不足である。打上げ費用の面でも、年間打上げ機数が1～2機ということもあって、非常に安い値段をつけている中国やソ連は別としても、欧米のロケットより割高である。H-Iロケットは、将来の技術基盤を確立することを主目的の一つとした中間的なロケットであり、このような状況もやむを得ない面がある。世界的に通用するものとしてはH-IIロケットを待たねばならない。

## 5. 開発の実施とリーダーシップ

H-Iロケットは、昭和60年代初期に開発研究に着手し、昭和55年の宇宙開発委員会によるロケット基本仕様の決定を経て、昭和56年に実機開発を開始した。開発試験においては様々な問題が発生したが、全体として開発は順調に進み、昭和61年8月13日に2段式試験機、62年8月27日に3段式試験機の打上げに成功して開発を完了した。

開発が成功した一つの大きな要因として、民間企業も含め様々な部署において多くの有能なリーダーに恵まれていたことがあげられる。ロケットのシステムは複雑であり、また衛星や打上げ設備等他の要素とのインターフェイスも考慮する必要がある。多くの分野の人々が関係しており、一人または少数のリーダーで全てを取り仕切ろうとするのは無理である。それぞれの部署にあるリーダーが十分力を発揮できるような体制をつくることが重要であり、とりまとめ担当部門は全般を見渡してわずかな軌道修正をすればよい程度になるのが理想であろう。基本方針の良否は重要であるが、これは全日本的なレベルで考えるべき問題である。

ロケットの開発を進めていくには、基本的な仕様から細部のインターフェイスに至るまで、様々な事項を決定し、また必要に応じて変更していかねばならない。決定または変更に当たっては、関係者間の調整を行ってコンセンサスを得ることが重要である。ただし、試験や打上げ準備作業を実施している時には、迅速な決断を迫られることがあり、このような場合には技術及び現場部門のリーダーの資質が大切な問題となる。関係する範囲全般にわたって動向を把握し問題点の有無を常時判断していなければならない。

一般的にリーダーとしては、関係者全員のベクトルを一つの方向に合わせる事が重要な役割となる。自己主張もある程度は必要であるが、周囲の意見に耳を傾けバランスのとれた決定を行っていくという態度が常に要求される。複雑なシステムの開発は、各種の仕様書や管理文書に基づき行われるが、時にはこれらにとられない自由な発想も大切である。

H-Iロケットの経験を生かし、H-IIロケットの開発を成功させたい。