

実利用分野の宇宙開発におけるキャッチアップと産業化の構造 宇宙開発事業団を中心とした基礎的考察

大関 恭彦[†]

The Structure of Catch-up and Industrialization in Space Development in the field of Practical Utilizations of Satellites and Launch Vehicles: Fundamental Study Focusing on the National Space Development Agency of Japan (NASDA)

Yasuhiko Ozeki

1. はじめに

宇宙開発事業団は、国による研究開発体制として産官学から成るいわゆるナショナル・イノベーション・システムの「中核の実施機関」として設立された特殊法人である。2003年には宇宙科学研究所及び航空宇宙技術研究所と統合し、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA：ジャクサと称）として現在に至っている。日本初の人工衛星打上げは、東京大学で学術研究を目的に1970年2月に成功した。日本の宇宙開発は、学術研究が先行する一方で、気象衛星、放送衛星及び通信衛星等のような実利用目的の衛星と打上げロケットの開発が国家プロジェクトとして進められた。宇宙開発事業団は、この実利用分野を担った。日本の科学技術が第一次及び第二次世界大戦、更に戦後の高度成長を通じ、欧米へのキャッチアップへ国主導で進められたことは広く知られている。戦後に始まった宇宙開発も例外ではない。この国主導によるキャッチアップから、更に民間企業が主体となって科学技術を商業化させるという意味での産業化への過程がいかに進展していったかは、日本の科学技術政策の評価にも関わる重要な論点である。本研究は、この問題意識から、次の通り考察の視点とした。第一に、キャッチアップの前提条件たる国際環境と日本側の認識を確認する為、日本の宇宙開発政策の初の審議機関である宇宙開発審議会が設置された経緯を明らかにする。更にナショナル・イノベーション・システムの中核の実施機関がいかに形成されたかを明らかにする為、宇宙開発事業団の前身である宇宙開発推進本部からの移行に着目した。第二に、日本がいかにキャッチアップを実現したのか、更に国が主体となり開発した成果を民間が受け継ぎ、製品やサービスを提供し商業化する産業化をいかに実

現したか、宇宙開発事業団の気象衛星開発の過程を事例として取り上げる。実利用衛星は、利用省庁との共同開発という体制をとりつつ、その社会インフラ化と、日米貿易摩擦により国内市場が世界市場に取り込まれる事態に直面した。この中で三菱電機が世界市場参入を実現した過程は、国の開発成果の産業化という現代的な課題への手掛かりとなるだろう。第三に、宇宙開発事業団のもうひとつの事業の柱であったロケットについて実証的に分析する。実利用衛星打上げは国産ロケット開発の断念と米国技術導入からスタートしたことが知られているが、その後の国産化の取組みを米国からの自律性獲得の観点から分析する。また、極限の科学技術たるロケット打上げを、信頼性を向上しつつ商業化し民間企業を主体とする経済活動に移行させた過程を分析する。打上げ失敗事故を契機とした科学技術と履行責任、信頼性向上と商業化といった問題は、現代的な課題へも手掛かりとなるであろう。

2. 中核の実施機関の形成過程

2.1 宇宙開発政策の審議機関の設立

1957年10月にソビエト連邦で世界初の人工衛星打上げが行われたのち、1959年8月に中曽根康弘を長官とする科学技術庁は、宇宙科学技術振興準備委員会の報告という形で世界の宇宙科学技術は、実験の段階から実用へ大きな転換期にあるとの認識をまとめた。そして、日本は、世界の趨勢に対し著しく遅れをとり、ひいては大気圏外における発言権を狭めてしまうという危機感と緊張感を示した[1]。

この背景の下、内閣総理大臣の諮問に応じ宇宙の利用及び宇宙科学技術に関する重要事項を調査審議する為の審議会が設置されることとなり、1960年4月に総理府設置法が

[†] 2018年度修了（人文学プログラム）

改正され、1960年5月に同法に基づき宇宙開発審議会令が公布され宇宙開発審議会が総理府に設置された。

2.2 宇宙開発推進本部の設立と宇宙開発体制一元化

宇宙開発審議会において、キャッチアップを推進する体制のあり方の審議が行われたが、主要課題のひとつが、いわゆる宇宙開発体制の一元化であったことは良く知られている。これは、キャッチアップを効率的にする為、文部省・東京大学が進めていた科学衛星打上げ用のロケット開発を、将来的に科学技術庁宇宙開発推進本部による開発に一本化すべきという行政的な観点の問題提起だった。体制のあり方の検討は、産業界による政府への建議が先行し、経済団体連合会は、1961年に宇宙平和利用特別委員会を設置、7月に「宇宙開発体制の整備に関する意見」を公表、更に1962年12月に「宇宙開発本部の設置に関する要望意見」を公表し、総理府に宇宙開発本部を設け、科学技術庁に研究開発の実務機関を設けるべきとした[2]。政府では、宇宙開発審議会が1963年1月に内閣総理大臣から「宇宙開発における重点開発目標とこれを達成するための具体的方策について」の諮問第三号を受け、1964年2月の答申で、宇宙開発に関する中核の実施機関として宇宙開発推進本部を科学技術庁に設置すべきこと、基礎的科学及び基礎工学研究を一本にまとめる新たな大学の共同利用機関として宇宙航空研究所を設置すべきとした。これを受け、科学技術庁は1964年7月に宇宙開発推進本部を設置、文部省も同年4月に東京大学に宇宙航空研究所を設置した、更に科学技術庁宇宙科学推進本部本部長の第二代に東京大学宇宙航空研究所所長の高木昇教授が兼務就任し一体的かつ緊密な連携が図られた。

しかし、政治の側からは強い要求が続き、1966年2月に衆議院科学技術振興対策特別委員会に宇宙開発に関する小委員会が設置され[3]、5月に小委員長報告として政府に対し一元化を求めた[4]。更に、1967年7月には与党自由民主党が東京大学から新設の特殊法人への一元化を求める状況であった[5]。宇宙開発審議会は、1967年9月に内閣総理大臣の「宇宙開発に関する長期計画および体制の大綱について」諮問第四号を受け同年12月に答申し、まず人工衛星の打上げ及び利用による宇宙開発に関し基本的な計画を審議決定するとともに計画の途上における評価及び調整を行う委員会を総理府に置くこと、更に人工衛星打上げ用ロケットの開発は、産官学から広く人材を結集し強力な兼務運営を行い効果的に推進する為、宇宙開発推進本部以上に産官学が協力する中核の実施機関を改めて設置すべきとし、その形態として特殊法人を選択肢に挙げた。しかし、同審議会における審議過程で文部省・東京大学と科学技術庁が対立し、結局、実施機関一元化は実現せず、文部省・東京大学宇宙航空研究所と並立する形で特殊法人宇宙開発事業団の設立を進めることとなった。一方で政府は、宇宙開発審議会に替わり総理府に科学技術庁長官を委員長とする宇宙開発委員会を設置した。宇宙開発委員会は、所掌か

ら大学での研究と開発とを敢えて除外せず、宇宙開発審議会の山縣審議会長（初代宇宙開発委員会委員長代理）は、「宇宙開発委員会の設置によって、その所掌に東大における研究開発も組み込んだ一元化体制が曲りなりにも制度化されて、官学民の一元化体制のお膳立てができあがった」とした[6]。これにより、企画・計画レベルでは一元化を実現したとし、実施機関の一元化は、政策課題から姿を消すこととなった。

2.3 佐藤内閣と宇宙開発事業団への移行の難航

科学技術庁と宇宙開発審議会が進める特殊法人宇宙開発事業団新設は、木内四郎科学技術庁長官が1968年11月の就任直後から佐藤榮作総理、保利茂官房長官、荒木萬壽夫行政管理庁長官及び福田赳夫大蔵大臣等に働き掛けた。しかし、佐藤総理と荒木行政管理庁長官は不同意、その他閣僚も総理の意向次第という態度で、当初、コンセンサスを得られなかった[7]。佐藤内閣で宇宙開発事業団新設が難航した理由は、行政改革の折に特殊法人新設を認めると締付けが緩み他がまねることを懸念したと言われる。しかし、佐藤総理の否定的とも言うべき態度は、廃止となる宇宙開発推進本部が、佐藤自身が科学技術庁長官時代に大蔵大臣との大臣折衝で実現させた[8]、いわば肝入りとも言えたことを考えると[9]、自ら設立した宇宙開発推進本部を継続強化することでキャッチアップには十分との認識があり、また、宇宙開発事業団の新設が体制の一元化を実現するものでもない以上は、特殊法人新設の例外を作るリスクを敢えて冒すまでもないと慎重になっていたとも考えられる。

その後、保利茂官房長官の働き掛けもあり内閣のコンセンサスを得たことから[10]、1969年10月に宇宙開発事業団は設立されたが、その形成過程を見ると、宇宙開発体制の検討にあたりキャッチアップを効率的に推進することを狙った行政的観点からの体制一元化が焦点となり、その処方箋として新機関・特殊法人宇宙開発事業団の設立案が浮上したが、文部省・東京大学と科学技術庁の間での調整が暗礁に乗り上げた為、当初、一元化の手段であったはずの新機関設立が目的化したとも言える形で宇宙開発事業団の設立を迎えたのが実情であったと言えるだろう。

3. 衛星開発 共同体制の形成と解体

3.1 気象庁との共同開発体制の形成

1969年の宇宙開発事業団設立の前後、東京大学による学術研究の為の科学衛星を除くと、日本の衛星開発は、宇宙開発事業団自身が研究開発を目的として企画する技術試験衛星等の開発と、気象庁、日本放送協会（NHK）及び日本電信電話公社（電電公社、現在の日本電信電話株式会社（NTT））等の利用機関が実業務での使用を目的としてそれぞれ企画する気象衛星、放送衛星及び通信衛星のような実利用衛星の開発とが並行して計画されていた。宇宙開

発事業団の設立に際し、実利用衛星の開発は、研究までは利用省庁で行い、開発に進んだ段階で宇宙開発事業団に引き継ぐものとされた[11]。宇宙開発事業団の技術試験衛星の計画も気象庁の気象衛星の計画も、当時の日本には存在しない宇宙技術ではあったが、これを国産技術により進めるものであり、時間がかかっても段階的に衛星の能力を高度化し、国産技術を獲得していくことが前提であった。

3.2 米国技術導入による実利用の早期実現

気象衛星では、気象庁において研究を行う段階で衛星が担うミッションとそれに必要な技術的な仕様を検討していたが、1970年に日本の宇宙開発関係者にとり想像外の事態が生じることとなった。1970年3月に開催され気象庁が参加した世界気象機関（WMO）世界気象監視（WWW）地球大気開発計画（GARP）計画会議において、各国が分担する気象衛星観測網の静止気象衛星のうち東経120度に配置する一機を日本が分担する計画が勧告され、日本に対して協力要請がなされた。これは、当初計画より遥かに大型の静止気象衛星の一足跳びな開発を意味した。気象庁は、これに対し1970年3月12日の庁議で当初計画を変更しこれを受け入れ、更に1975年に打上げを目指すとした[12]。この変更は、段階的な大型化により国産技術獲得を目指していた宇宙開発委員会及び科学技術庁と気象庁の間で軋轢を生じた。しかし、最終的には、1973年3月決定の宇宙開発計画で静止気象衛星（GMS）の開発着手が認められ、気象庁及びその本省である運輸省と、宇宙開発事業団及びその監督官庁である科学技術庁が協力し推進する体制となった[13]。

日本初の当時としては大型の静止気象衛星を1975年頃迄に完成させることは、国産技術では実現しえず、外国企業との技術提携により実現せざるを得なかった。当時、日本で衛星開発を手掛けていたのは、東京大学の科学衛星を担当していた日本電気株式会社と郵政省の電離層観測衛星開発の主契約者であった三菱電機株式会社の二社であった。三菱電機は、当初、米国のTRW社と、1971年からは米国のフィルコ・フォード社と技術提携しており、日本電気も実利用衛星については米国のヒューズ・エアクラフト社と技術提携を行っていた。衛星開発が宇宙開発事業団に移管された後、宇宙開発事業団による製造メーカーの選定が行われた。その結果、静止気象衛星の開発（製作）は日本電気が主契約者として1973年に受注したが、日本電気は、技術提携先のヒューズ・エアクラフト社が米国海洋大気庁からの受注を目指して開発していた静止気象衛星本体と観測センサを利用することとなった[14]。この結果、宇宙開発事業団の衛星開発は、実利用衛星における外国技術の大幅な導入と、技術試験衛星等における基幹部品の段階的な国産化で「自主技術」と呼称された国産技術の獲得を図るプロジェクトとが並行して進められることとなった。

3.3 社会インフラ化と外圧による共同体制の解体

1977年7月に打ち上げられた静止気象衛星は、同年11月に宇宙開発事業団から気象庁に引き継がれた後、実用実験を経て気象予報業務に定常的に利用された。以後、六機目の静止気象衛星となる静止気象衛星6号に至り、気象衛星開発から宇宙開発事業団は撤退し気象庁のみでこれを行うこととなった。宇宙開発事業団が静止気象衛星の開発から撤退した理由は、必ずしも明らかではない。可能性のある理由のひとつとして、限られた人員数がある。当時、特殊法人の宇宙開発事業団の定員数は、政府の認可により決定され財政当局の同意なく増員することはできず、政府の厳しい財政再建下では寧ろ減員ないし抑制を求められる状況であった。このため、当時、大型化しつつあった技術試験衛星や地球観測衛星等の次期プロジェクトへ限られた人員を振り向けるため、新規開発要素がなくなった静止気象衛星の開発から撤退することを選択したとも考えられる。気象庁は、宇宙開発事業団の撤退後の静止気象衛星6号の調達に必要な予算を単独で捻出できず、運輸省航空局の航空管制ミッションを相乗りさせ経費を分担し衛星を調達することとし、これを運輸多目的衛星（MTSAT（エムティーサット））と呼称した。運輸多目的衛星調達に関する気象庁と運輸省航空局のスタンスは、開発ではなく、あくまで製品の調達であり、優れた製品で価格が安いのであれば外国製品に抵抗はないというものであった[12]。

この運輸多目的衛星が計画された頃、宇宙開発政策に大きな影響を与える外交通商問題が生じた。日本と米国の間で貿易摩擦が高まり、1989年5月に米国通商代表部（USTR）は、日本政府による人工衛星調達において米国企業が市場へのアクセスを禁じられているとして、包括貿易法いわゆる「スーパー301条」に基づき日本を「衛星、スーパーコンピューター、林産物につき問題を有する優先国」に認定した[15]。これは、日本製品の輸入に対する制裁措置発動の可能性を意味し日米両国間でその解決が大きな政治問題となった。最終的には、1990年6月14日に日本政府が自主的措置として市場アクセス改善のためのアクションプログラムを定め日本政府（NHK及びNTTを含む）が調達する人工衛星については商業目的又は恒常的なサービスの継続提供を目的とする衛星すなわち実利用を目的とする場合には国内外の企業を差別することなく公開調達に付することを決定し、その内容を1990年6月15日に村田良平駐米大使とカーラ・ヒルズ米国通商代表との間での交換書簡形式で確認し解決をみた[16]。いわゆる「一九九〇年の日米衛星合意」である。これ以降、日本政府、NHK及びNTTが実利用を目的とする衛星を調達する場合、海外企業も参加可能な公開調達とすることが義務づけられた。共同開発の下で宇宙開発事業団との受託契約形式により衛星を調達し、宇宙開発事業団を通じ国内メーカーに限り調達先を選定するといったことができなくなったのである。

3.4 世界市場への組み込みと三菱電機の市場参入

運輸多目的衛星は、日本政府のアクションプログラムに基づく衛星調達の適用第一号となり、気象庁及び運輸省航空局により内外無差別の公開調達として入札が行われた。その結果、米国メーカのスペースシステムズ／ロラル社が落札し1995年2月に製造請負契約が締結された。日本メーカは、未だ価格で海外メーカに対抗できるレベルに達していなかったのである。しかし、1990年の日米衛星合意から十年を経過した2000年に至り、後継機の運輸多目的衛星新2号の製造を三菱電機が落札した。これは、実利用衛星の政府調達に内外無差別の公開調達化されてから初めての日本メーカによる落札だった。

三菱電機は、DS2000（ディーエスにせん）と呼称するモデルを使用し、外国メーカの価格に対抗することに成功した[17]。DS2000は、三菱電機が完成させた標準衛星バスと呼ばれるものだが、そのベースは、宇宙開発事業団が開発し三菱電機に製造を発注した技術試験衛星Ⅷ型（ETS-Ⅷ（イーティーエスエイト））であり、DS2000の個々の要素技術も宇宙開発事業団が開発し三菱電機に製造を発注したデータ中継技術衛星（DRTS（ディーアールティーエス））他の衛星の開発実績に基づいていた[18]。商用人工衛星市場において顧客の要求は、①製造期間の短縮、②製造コストの低減、③品質、信頼性の確保、④運用安全性の確保とされる。三菱電機は、宇宙開発事業団の技術試験衛星Ⅷ型を主契約者として製造した後、その開発・生産方式の標準化及び工程短縮等の諸施策を実施し、これを自社の標準衛星バスとして完成させた[19]。また、三菱電機は、衛星本体の標準化のみならず、1999年に大型衛星工場を竣工させ試験設備の整備拡大を図り、研究開発衛星の製造機会を利用した技術戦略と自主的な努力によって国際市場における商用衛星の競争力強化に取り組んでいた[20]。

つまり商用化の構造としては、宇宙開発事業団が機能・性能の開発を行いその原型となった技術試験衛星Ⅷ型を特注品として製造させ、製造企業である三菱電機が商業化に不可欠な価格と納期を実現するための施策を行い標準バス化し量産型をいわゆる汎用品として商業市場に展開したと言える。しかし、商業化の実現にはメーカが製造試験設備を独自に整備することが不可欠であった。このような施策が宇宙開発事業団設立当初より国からメーカまで一貫通貫に宇宙開発政策として具体的に合意され実行されていたとは考えられない。国産衛星の公開調達での落札のような国際競争力の獲得は、宇宙開発事業団において明文化されたゴールではなかった。むしろ、1990年の日米衛星合意以降は貿易摩擦を招き外交問題化しかねないとして政策的に忌避されていたとも考えられる。宇宙開発事業団は、国内メーカに対し技術試験衛星等の開発を通じて国産技術蓄積の機会を提供したが、時代を経るに従い、国による調達の政策として製造メーカの選定は価格及び性能で最も有利な相手方を選定することが第一とされ、メーカへの技術蓄積

は、副次的な扱いとされていたと考えられ、技術蓄積が各メーカで系統だてて行い得たとは必ずしもいえなかった。また、宇宙開発事業団が設立された当時、日本国内には、衛星メーカとして日本電気、東芝及び三菱電機の三社が競合しており、これらメーカ三社全てが段階的かつ継続的に技術を蓄積し独自に醸成させるには、その機会は少なく難しかったといえるだろう。そのような環境で三菱電機がDS2000標準バスによって、国産衛星の市場参入を初めて実現したことは、機会を逃すことなく技術戦略と自主的な投資努力を実行した同社の成果と言える。宇宙開発事業団による技術試験衛星の開発は、メーカへの技術蓄積の機会として不可欠であった。しかし、これを国産衛星の市場参入へと繋げるには、更なる施策の連環が必要であった。しかし、それは国の制度と政策から保証されたものではなく、最後の一環がメーカの決断と努力によってかろうじて繋がったのが国産衛星の市場参入実現の実情だったと言えるだろう。

4. ロケット開発 キャッチアップと民間移管

4.1 国産技術開発の時間切れと技術導入

1960年代半ば（昭和40年代）当初、実利用分野では、より大型の衛星と静止衛星の打上げ能力が必要とされた。これは、静止通信衛星が将来の国際通信の大勢となると考えられ、国際宇宙通信の枠組みを決める協定や有限な静止位置を獲得する国際交渉を有利に進めるため必要と考えられたのであった[21]。この背景下、実利用衛星打ち上げロケットを科学技術庁宇宙開発推進本部が、1969年10月からは宇宙開発事業団が引き継ぎ開発に当たった。当初計画は、1974年度の実験用静止通信衛星打上げ用としてN（エヌ）ロケットを国産技術（自主技術と呼称された）で開発とした[22]。しかし、1970年に至り、第一にロケットについて未解決の問題が相当あり既定の計画期間内になし遂げることは困難とされたこと、第二に衛星利用機関側から大型静止衛星を従来の予想よりはるかに早い時期に打ち上げる要望が出されたこと[23]、第三に1969年7月に米国との間で「宇宙開発に関する日本国とアメリカ合衆国との間の協力に関する交換公文」（以下「日米交換公文」という。）が交わされ技術協力の基礎が確立されたという状況の変化が生じた。これにより宇宙開発委員会は1970年10月の宇宙開発計画で国産技術によるロケット開発を中止し米国技術導入を大幅に活用した開発計画に改めることを承認した。

技術導入の枠組みは、日米両政府間で締結された交換公文の下で宇宙開発事業団が日本の製造メーカと製造請負契約等を締結し技術や物品の目的外使用の禁止や守秘義務を課した上で、当該製造メーカが米国メーカと契約を締結し技術供与又は機器輸出を受けるものであった。そして、当該米国メーカに対し日本政府がステイメントを宇宙開発事業団が保証書をそれぞれ発行し、日本メーカが日本政府

及び宇宙開発事業団との契約に基づき技術供与等を求めているのを保証した。米国メーカは、これらをもって米国国務省武器輸出管理局（OMC）から輸出許可を取得した[24]。宇宙開発事業団からNロケット製造を請負った三菱重工業株式会社は、マクダネル・ダグラス社及びロックウェル・インターナショナル社ロケットデザイン部門から技術導入を行うとともに[25][26]、国産技術で開発中の第二段の液体燃料エンジン（LE-3（エルイースリー）と呼称）についてもロケットデザインの技術援助を受けながら完成させた[27][28]。

Nロケット製造は、当初は主要部品を輸入し国内で組み上げるノックダウン方式としたが、号機を重ねるに従い国内で技術指導を受け製造可能なものは三菱重工業等で製造するライセンス生産方式へと移行していった。これと並行し宇宙開発事業団では大型静止衛星の打上げの為、ロケットを高性能化するN-II（エヌツー）ロケット開発を国産技術で行うことを検討していた。しかし、静止気象衛星等の次機打上げ迄の実現は容易でなく、これも米国の技術を導入することで達成せざるを得ないとの結論に達した。しかし、当初に比べ米国側の態度が硬化し、米国産業界を中心に日本への製造技術移転に反対する意見が強く、大部分はノックダウン方式に止まることとなった。特に、高性能化の主要項目で当時の先端技術の慣性誘導装置の技術導入は、一切ノウハウを開示しない完成品のみを輸出するいわゆる「ブラックボックス」化した形となる厳しいものとなった[27]。

4.2 自律性獲得を目指した完全国産化

前節の経緯からN-IIロケットに続くH-I（エッチワン）ロケット（計画当初はN改IIロケットと呼称）は、能力向上と同時に中核機器の国産化に挑戦した。第二段は、当時の最先端技術である液体水素と液体酸素を使用するLE-5（エルイーファイブ）エンジンの自主開発に成功、また慣性誘導装置の自主開発にも成功し、H-Iロケットは技術史上の画期となった[29]。しかし、依然、その他の第一段等は技術導入によって製作されており、1980年12月3日に日本政府（在米日本大使館）と米国政府（国務省）との間で「H-Iロケットの開発に関する口上書 口上書P・71号」が締結され、輸出又は技術供与された機器及び技術によって製作されたロケットが米国政府の事前の合意なしには第三国の衛星打上げプロジェクトに使用しないという条件が課されていた[30]。つまり、日本が国際協力や事業で海外衛星の打ち上げを行うには米国政府の同意が必要となり、同意が確実に得られる保証がない以上、大きな制約となることを意味した。ここに、続くロケットの開発は、能力向上と共に完全な国産化による自律性獲得が目標となるに至った。

H-Iロケットの後継機たるH-IIロケットは、国内主要製造メーカの参画を得て、全て国産技術で開発された。1985年に開発を開始したが、高性能で大推力が必要とな

る第一段のLE-7（エルイーセブン）エンジンの開発が極めて難航し、二回の開発計画見直しと初号機打上げ延期を余儀なくされた[31]。特に二回目の延期は、打上げを翌年度に控え開発の大詰めとして行われたテスト中に爆発事故となり、試験設備にも大きな被害が生じた。LE-7は、試作を16台製作し、うち3台が地上試験での爆発事故により失ったと言われ[32]、当時の日本が有する技術の限界となる困難を極める事業となった。仮に民間企業を主体としたら大幅な債務超過に陥るものであり、国が主体となる研究開発体制だからこそ達成できたと言えるだろう。1994年に初号機の打ち上げは成功し、当時の世界標準の2トン級静止衛星打上げ能力を獲得すると同時に、完全な国産化により米国からの自律性をも獲得した。国産技術開発を断念し米国技術導入による開発に転向してから、実に22年をかけてキャッチアップを達成したのであった。

4.3 打上げ失敗事故と履行責任の顕在化

宇宙開発事業団のロケット開発は、打ち上げるべき衛星の開発と一体として行われてきた。しかし、1990年前後から衛星が社会インフラ化するのに伴いこの枠組みが解体され実利用衛星に関しては利用機関が打上げを委託すべきロケットを選定し、衛星を軌道まで輸送するサービスを事業者から自ら調達する状況となった。この状況下、運輸省と気象庁は、運輸多目的衛星の打ち上げは、1980年にフランスに設立された世界初の打上げサービス会社アリアンス社のロケットが一番経費が安く望ましいとのスタンスであった。これに対し科学技術庁と宇宙開発事業団は、国産のH-II（エッチツー）ロケット使用を求めた。その際、科学技術庁と宇宙開発事業団は、運輸省と気象庁が負担すべき経費を海外ロケット程度に低減する為、宇宙開発事業団の技術開発ミッションを相乗りさせ費用の一部を分担することを提示した[12]。この結果、H-IIロケット使用が合意され1995年11月21日付で運輸省及び気象庁と宇宙開発事業団の間で有償契約を締結した。当時の世界市場への結合が進むグローバル化の中で、ロケットも国内外の無差別が強く意識され、価格競争に曝され経済活動的な側面が強くなったと言えよう。ところが、このことが打上げ失敗事故の発生と重なり複雑な状況を招くこととなった。

1999年11月15日に運輸多目的衛星の打上げは失敗し、有償契約であったことから契約上の紛争を生じた。運輸省は、打上げ失敗により契約が履行されていないとし、契約総額100億円のうち最終支払い分35億円の支払いを留保した。最終的に、契約書で定められた紛争解決条項に基づき東京地方裁判所の調停となり、機体の製造は完了したため製造業務分は全額の請求権があるが、打上業務は軌道投入失敗により完成に至らず代金請求権が発生しないとされた[33]。

打上げは、先進国でも百パーセント成功が保証できずリスクが極めて大きく、一般的な商慣行の業務完遂を請け負

い、代金の支払いを受ける契約条件はなじまないものと考えられていた[34]。大きなリスクを伴う先端的な科学技術開発は、国だからこそ実施し得、そのリスクを民間製造メーカーに負わし得るものでないとの考え方に基づくものであった。しかし、この考え方は、打上げ失敗事故を巡る紛争発生によって大きく揺らぎ、ロケット開発という科学技術開発の経済活動化に伴う新たな課題を認識させるものとなった。

4.4 三菱重工業への移管と商業化

この打上げ事故を受け、宇宙開発委員会は、2000年5月18日に「宇宙開発委員会特別会合報告書-失敗の再発防止のための改革-」を決定し、宇宙開発事業団に対しH-IIロケット後継機として開発するH-IIAロケットの製造では、メーカー責任を明確化することを求めた。宇宙開発事業団は、初期の頃からメーカーがそれぞれ持つ優れた技術を結集する考え方から、複数メーカーとそれぞれ契約を締結し機材を製造・納入させ、最後に統括者（インテグレーターと呼称される。）として宇宙開発事業団の責任においてロケットに組み上げるインテグレータ方式をとっていた。しかし、宇宙開発委員会は、製造者ではない宇宙開発事業団の限界を指摘し、メーカーの中から主契約者（プライムコントラクター。「プライム」と呼称される。）一社を選定し、プライムが複数の副契約者（サブコントラクター。「サブコン」と呼称される。）と契約を締結しそれぞれの担当部分の機材を納入させ、最後にプライムがその責任においてひとつのロケットに組み上げ宇宙開発事業団に納入するプライム方式へ移行すべきとした。ただ、当時、宇宙開発事業団は、三菱重工業や石川島播磨重工業をはじめ製造メーカー等73社が共同設立した株式会社ロケットシステムを主契約者とする製造請負契約を締結しており、既に契約方式としてはプライム化していた。ロケットシステムに期待された機能は、民間商業衛星打上げを受注する営業活動と、国の予算制度の制約から宇宙開発事業団に難しかった複数機分の機材を製造メーカーにまとめ発注しコストを削減する機能であり[35]、製造に関してはプライムとして機能する状況ではなかった。この為、宇宙開発委員会は、製造メーカーによるプライム契約化（それ以前のプライム契約と区別して「製造プライム化」とも呼ばれた。）を求めたのである。しかし、これが直ちには実現しなかった。理由は、既にH-IIAロケットの製造請負契約がロケットシステムと締結され製造に着手していたのと、未だ開発途上で設計が確定せず、製造メーカーであっても全面的な責任を負える状況でなかった為と推測される。

2001年1月に、国の科学技術政策推進の司令塔として総合科学技術会議が設置されると、2001年10月30日に同会議に宇宙開発利用専門調査会が設置され、日本の宇宙産業の国際競争力の強化等について調査・検討を開始した[36]。国として明確に産業の国際競争力の強化を掲げたことは、従来の宇宙関係の審議機関にない大きな変化となった。総合科学技術会議は、2002年6月19日に「今後の宇

宙開発利用に関する取組みの基本について」を決定し、プライム契約化から更に一步踏み出し、H-IIAロケット標準型に関しては製造のみならず、打上げまでをも一貫して民間に移管するべきとした[37]。宇宙開発委員会も、これと歩を合わせるように7日後の2002年6月26日に「我が国の宇宙開発利用の目標と方向性」を決定し、今後、更なるコスト低減や信頼性向上を図ることにより、ロケットの信頼性や国際競争力の確保を図ること、そのためには、民間的な経営手法による効率的な体制が適当であり、可能な限り早期に技術の民間移管を進めること、製造責任の一元化、営業体制の強化等を推進することとした。そして、技術の民間移管の在り方等の検討を行うため官民の関係者からなる作業チームを文部科学省に設置することを決定した[38]。この作業チームの検討結果を受け、宇宙開発事業団は、2002年10月23日に民間移管対象企業の募集を行い三菱重工業のみの応募があった。2003年2月7日に宇宙開発事業団と三菱重工業間で「H-IIA標準型を用いた打上げサービス事業の実施に係る基本協定」が締結された[39]。

しかし、打上げサービス事業開始前の段階で、宇宙開発事業団から独立行政法人化された宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、2003年11月29日に、製造プライム化移行前の機体であるH-IIAロケット6号機打上げを行ったが失敗し、宇宙開発委員会特別会合は、2004年6月7日報告書において、新規に製造するH-IIAロケットは三菱重工業が製造プライムとして責任を負い信頼性確保を図ること、製造プライム化までの補完的措置としてH-IIAロケットの設計見直しに三菱重工業が事実上の製造プライムとして主体的に参加すること及び既に株式会社ロケットシステムと宇宙航空研究開発機構との契約で製造が進められている機体についても三菱重工業が信頼性確認に加わる体制とすることとされた。この施策に沿ってH-IIAロケットの設計見直し等の信頼性向上が実施され2005年2月26日に打上げ再開、H-IIAロケットの設計確定を受け、2007年のH-IIAロケット13号機打上げ以後、H-IIAロケットの打上げは、三菱重工業の打上げサービス事業として実施されている。また、三菱重工業は、海外へ営業活動を行い、2009年1月に韓国航空宇宙研究院から海外案件を初受注[40]、2013年9月にはカナダのテレサット社から国内外を合わせた商業衛星打上げの初受注に成功し[41]、日本の商業打上げサービス事業が本格化するに至った。

5. おわりに

世界の宇宙開発が科学研究から実利用へ大きな転換期を迎えた危機感に始まった日本の実利用分野の衛星とロケット開発は、キャッチアップが最大の目的であり、技術導入に続き自主技術による国産化を進めるステップであった。これは、明治以降の近代産業化における技術導入と第二次世界大戦終結まで続いた国主導のナショナル・イノベーション・システムによる国産技術開発と同じに見える。しか

実利用分野の宇宙開発におけるキャッチアップと産業化の構造
宇宙開発事業団を中心とした基礎的考察

し、宇宙開発は、当初、技術導入は想定せず国産自主技術獲得を目的としたナショナル・イノベーション・システムであった。しかし、実利用を急ぐ利用機関の要求に国産技術では対応できず、まず衛星で米国技術導入に転換、ドミノ倒しのようにロケットも米国技術導入を余儀なくされた。これは、学術研究と異なり、社会への実装が目的であり時間の制約が存在する為、技術導入という国産技術開発と矛盾した行動をとらざるを得なかった為と言えよう。

技術導入に至る過程は、衛星利用機関側と宇宙開発事業団の間の対立と計画の迷走があり、キャッチアップが決して最短経路で効率的に進められたわけではなかったと言える。それでもなお、総括を試みるなら、技術導入によるキャッチアップは、社会実装へのショートカットという重要な役目を果たし、気象予報業務に限っても予報精度の大きな進歩等の恩恵を早期に国民生活にもたらした。また、製造メーカでは、経験の浅い製品をライセンス生産で製造する機会を得て、また設計も技術援助で指導を得る機会を得て、能力を飛躍的に高めたと評価できよう。しかし、技術導入の用途が米国政府に制約され、キャッチアップ後の足かせとなることから、自律性獲得を目指した国産自主技術の完成が改めて目標となった。

この宇宙開発の発展を産業化という観点から捉えたと第二次世界大戦後の戦後復興、経済成長を目標とする時代は、技術的キャッチアップを国家的課題とし政府部門の主導性が疑われることのなかった時代であり、また実現が見通せない最先端科学技術はリスクの大きさ故に民間が主体となり得ず、製造メーカを一参加者とした形でのナショナル・イノベーション・システムとするのは合理的であった。また、予算規模の大きさも相まって宇宙開発事業団等政府部門を需要者とする科学技術産業ともいうべき姿を呈した。しかし、衛星とロケットの製造メーカは、それぞれの事情から、この状況に留まることを許されず更に企業が主体となる商業化に進むことを余儀なくされた。

まず、衛星では社会インフラ化が衛星の利用者たる政府部門で高い信頼性と安価さを求める動きとなった。また、研究開発ではない恒常的なサービスに供される衛星市場が創出されたことは、米国政府の注視するところとなり貿易摩擦が発現し、国内市場が世界市場と結合される商業化の時代となった。この為、衛星メーカは、衛星市場への参入という商業化への転換を余儀なくされた。

一方、ロケットでは打上げ失敗を発端とし宇宙開発事業団とメーカの責任分担の見直しを契機とした民間移管で商業化が到来した。これは、民間的な経営手法による効率的な体制によってコスト低減や信頼性向上を図り国際競争力の確保を図る狙いであり、国が主導し技術移転先メーカを公募・選定し民間移管する商業化を進めるものとなった。更に、国は、国産ロケットの優先的な使用を原則とし、国内民間企業にも国産ロケットの使用を推奨する方針とし保護を進めた。この衛星との違いは、打上げサービスの調達に関して衛星のような外圧がなく、自国ロケットを優先し

宇宙への自律的なアクセスを保持する保護主義的な施策が、事実上、国際的に容認されているためであったとも言える。

現在の衛星、ロケットいずれも世界市場で民間企業としてフロントランナーを目指すという課題は共通で、また政府でのナショナル・イノベーション・システムによる更なる産業化促進と国際競争力強化という課題も衛星、ロケット共通といえる。しかし、両者の産業化の歴史的前提たる構造と過程は、大きく異なるものだったのである。

最後に、本研究で取り上げた衛星の事例に関しては、気象衛星に限られたが、他の実利用衛星たる通信衛星及び放送衛星の検証は今後の研究の課題としたい。また、宇宙開発事業団の事業分野として技術試験衛星の研究開発、国際宇宙ステーション計画及び地球環境観測等があるが、これらのナショナル・イノベーション・システムとの関わりについても今後の研究の課題としたい。

注

- [1] “当面の宇宙科学技術研究開発計画”（1959.8.12）、科学技術庁宇宙科学技術振興準備委員会
- [2] “我が国の宇宙開発のあゆみ”，我が国の宇宙開発のあゆみ編集委員会，1978
- [3] 第五十一回国会衆議院科学技術振興対策特別委員会宇宙開発に関する小委員会会議録一号（1966.2.4）
- [4] 同上会議録二号（1966.5.11）
- [5] “宇宙開発体制の一元化について”（1967.7.20）、自由民主党調宇宙開発特別委員会
- [6] 山縣昌夫，“山縣昌夫先生論文集 下巻”，財団法人日本海事協会，1984
- [7] “日本の宇宙開発の歩み”，ニューズ・レター社・日本宇宙開発研究所，1976
- [8] 佐藤榮作，“佐藤榮作日記”第二巻，朝日新聞社，1998
- [9] 芥川輝孝，“揺籃期の宇宙開発”，科学技術庁 30年のあゆみ，株式会社創造，1986
- [10] “NASDA20年覚え書き”，宇宙開発事業団，1989（非公刊，日本文化人類学会課題研究懇談会宇宙人類学研究会・神戸大学国際文化科学研究科岡田浩樹研究室蔵）
- [11] “第61国会提出宇宙開発事業団法・昭和44年”，内閣法制局，1969
- [12] “気象衛星分野オーラル・ヒストリー”，国土交通省国土交通政策研究所，2012
- [13] “宇宙開発事業団年報（昭和48年10月～昭和50年3月）”，宇宙開発事業団，1976
- [14] “宇宙開発事業部30年の歩み”，日本電気株式会社宇宙開発事業部，1987
- [15] “外交青書 わが外交の近況 1989年版（第33号）”，外務省，1989
- [16] “外交青書 わが外交の近況 1990年版（第34号）”，外務省，1990

- [17]磯部昌徳, 西山宏, 古市正生, “気象衛星ひまわりシリーズの開発と運用—ひまわり7・8・9号による, 20年間の気象観測に向けて—”, 三菱電機技報85巻9号, オーム社, 2011
- [18]水溜仁士, 野村高嗣, “静止衛星用標準バス “DS2000” のシステム技術”, 同上79巻8号, 同上, 2005
- [19]宮崎景太, 林俊彦, 鈴木隆太 “商用衛星 “DS2000” の開発と事業拡大—DS2000衛星, 2けた台に到達—”, 同上85巻9号, 同上, 2011
- [20]野村高嗣, 村田眞, 古市正生 “商用衛星への取り組み—スーパーバード7号機—”, 同上83巻3号, 同上, 2009
- [21]“宇宙開発はなぜ必要か” (1968.9), 科学技術庁研究調整局
- [22]“宇宙開発計画 (昭和44年度決定)” (1969.1.1), 宇宙開発委員会
- [23]“宇宙開発計画 (昭和45年度決定)” (1970.10.21), 同上
- [24]“宇宙開発事業団年報 (昭和51年度版)”, 宇宙開発事業団, 1978,
- [25]“宇宙分野の国際協力の現状と課題” (2004.2.24), 社団法人日本経済団体連合会宇宙開発利用推進会議, 総合科学技術会議宇宙開発利用専門調査会 (第19回) 資料
- [26]宮沢政文, “わが国における実用ロケットの開発と技術導入”, 日本航空宇宙学会誌1991年39巻445号
- [27]前村孝志, 渥美正博, “日本の液体ロケットエンジン開発”, 高温学会誌2007年33巻5号
- [28]山崎勲, “H-I ロケット初号機打ち上げ30周年記念に寄せて”, H-I ロケット打ち上げ30周年記念企画～未来につながるロケットの原点H-I ロケット～, 宇宙航空研究開発機構種子島宇宙センター, 2016
- [29]十亀英司, “H-I ロケット”, 日本航空宇宙学会誌1988年36巻41号
- [30]“H-I ロケットの開発に関する口上書” (1980.12.3), 在アメリカ日本国大使館, 慶應義塾大学宇宙法研究所宇宙法データベース
- [31]“H-II ロケット1号機の打上げ・軌道再突入実験機 (OREX) とH-II ロケット性能確認用ペイロード (VEP) の打上げ及び追跡管制 (プレスキット)”, 宇宙開発事業団, 1994
- [32]文部科学省研究開発局参事官 (宇宙航空政策担当) 付 “「第二部 宇宙開発史 第三章 日本の輸送系技術の発展3. H系ロケット (2) H-II ロケット」『我が国の宇宙開発史』”, 文部科学省, 2011
- [33]“MTSAT打上代金に係る調停事案の処理について” (2001.3.21), 宇宙開発事業団
- [34]第164回国会参議院行政監視委員会会議録4号 (2006.4.24)
- [35]内田勇夫宇宙開発事業団理事長答弁, “第142国会衆議院科学技術委員会議録第11号” (1998.5.20)
- [36]“宇宙開発利用専門調査会の設置等について” (2001.10.30), 総合科学技術会議
- [37]“今後の宇宙開発利用に関する取組みの基本について” (2002.6.19), 総合科学技術会議
- [38]“今後のロケット開発の進め方について『我が国の宇宙開発利用の目標と方向性』” (2002.6.26), 宇宙開発委員会
- [39]“H-II A標準型を用いた打上げサービス事業の実施に係る基本協定の締結について (報告)” (2003.2.12), 宇宙開発事業団・三菱重工業株式会社
- [40]“韓国の多目的実用衛星KOMPSAT-3の打上げ輸送サービスを受注 海外からの衛星打上げ受注は今回が初めて”, 三菱重工業株式会社プレスインフォメーション第4778号 (2009.1.12)
- [41]“テレサット社 (本社カナダ) の通信放送衛星打上げ輸送サービスを受注 商業衛星の打上げ受注は初めて”, 同上第5425号 (2013.9.26)