

○熊田 憲 (東北大工学)

I はじめに

日本の宇宙開発は開始以来、技術導入と自主開発を2本柱として着実な科学技術的成果をあげ、世界で4番目の衛星打ち上げ国となり、そして純国産のH-IIロケットを保有するに至った。しかしながら1990年代から連続して発生している衛星・ロケットの事故・不具合は、現在に至るまで日本の宇宙技術力の信頼を揺るがしている。2001年の行政改革や第二期科学技術基本計画などによる日本の科学技術システム全体の変革は、宇宙開発システムにも大きな変化をもたらした。そして事故・不具合の発生後に実施されたこれらの変化も宇宙技術の信頼回復に大きく繋がらず、その後も衛星の運用断念やロケットの打ち上げ失敗などが続き信頼回復への道は未だ不透明である。

宇宙開発分野は1996年に始まった第一期科学技術基本計画では主に「基礎研究」や「国際貢献」としての役割が強調されていた。その後の第二期基本計画では重点4分野に加えた4分野(重点8分野)のひとつであるフロンティア分野の中の一つとして位置付けられ、「国民生活の質の向上など経済社会への貢献」という役割が新たに宇宙開発に課されることとなった。

筆者(熊田, 2003)は日本の宇宙開発における問題点が、平和利用を目的とした技術的キャッチアップという科学技術指向による研究開発成果を目指した政策形成にあり、今後の宇宙開発の意思決定メカニズムには多様な政策目的をコーディネートする機能が不可欠であることを指摘した。本稿では、宇宙開発の政策過程をパラダイムという概念でとらえ分析を進めことにより、宇宙開発における科学技術指向パラダイムとはどのようなものなのか、第二期科学技術基本計画はこのパラダイムにどのようなインパクト与えたのか、そしてパラダイムシフトの必要性はあるのか、これらのことを明確にしたい。

本稿は以下のように構成される。IIでは政策過程におけるパラダイムという概念でとらえるために必要な文献のレビューを行い、本稿でのパラダイムの定義を示す。IIIでは宇宙開発政策過程のパラダイムがどのように形成され科学技術指向へと収斂したのかを歴史的な経緯を考察することにより明らかにし、その特徴を示す。IVでは科学技術指向パラダイムに科学技術基本計画が与えたインパクトを示すことにより、既存のパラダイムでは対応できないという問題の本質を指摘しパラダイムシフトの必要性を論じるとともに、その方向性を提示する。

II パラダイム

本章では政策過程をパラダイムという概念でとらえるために文献のレビューを行い、本稿で用いるパラダイムの定義を提示する。

パラダイムという概念は、近年、技術進歩における分析において数多く用いられている。もともと「パラダイム」とは科学革命の分析に際して、科学

者集団というものに対しクーンが導入した概念である。クーン(Kuhn, 1962)がこの概念を導入した当初は広義の意味においてパラダイムという用語を用いたが、その後この用語に対して明確な定義付けを行っている(Kuhn, 1977)。これによれば、一般的な意味におけるパラダイムとは包括的なものであり、科学者集団に共有されている全ての立場を含むものとされる。そしてもうひとつの意味としてのパラダイムとは科学者集団に共有されている立場の中から特に重要な種類のものを取り出したものとする。クーンは一般的な意味でのパラダイムの構成要素の中から「記号的・一般化」、「モデル」、「規範例」の3つをあげ、この中の規範例の習得がクーンのいうパラダイムであるとする。この規範例とは科学者集団によって公認されている類似性を認知する能力を習得するための具体的な問題回答とされる。

この他に科学や技術を取り扱う組織に対する概念がある。ポラニー(Polanyi, 1969)は「科学の共和国」とよばれる概念を提示している。これによれば、科学者の共同体はその内部の活動を調整する機能を有しており、これによって共同の目標達成に向けた組織が成立するとされる。また、ミンツバーク(Mintzberg, 1995)は組織構造の分析において、「使命型組織」とよばれる組織構成を提示している。この使命型組織とは、組織構成がイデオロギーによって支配され、使命を同じくする構成員にはその組織調整機能が備わっており、構成員間で価値や便益が共有され規範が標準化されている組織とされる。

これらの論から導き出された本稿での「パラダイム」とは、以下のように定義される。それは共有された使命を持ち、その目標を達成するために集められた集団、組織、あるいはその集合体としての業界と呼ばれるものであり、集団の構成員は同種のイデオロギーを持ち長い時間をかけて教育・訓練を受けることにより同質化された意識を共有する。そして集団内の意識の共有により内部調整における固有の判断基準が形成されており、集団が進む方向性はこの判断基準に従う。

このような定義に基づいて宇宙開発の政策過程をとらえると、そこには科学技術指向のパラダイムとよぶべきものが形成されている。このパラダイムでは単一のディシプリン(Discipline)内(ここでは宇宙開発というディシプリン)における自己調整(self-coordination)によって意思決定がなされ、そのメカニズムは宇宙技術の進歩という使命意識によって動いている。次項では科学技術指向パラダイムが歴史的にどのように形成されてきたのかを示し、その特徴を分析していく。

III 科学技術指向パラダイム

日本の宇宙開発は1952年の「サンフランシスコ講和条約」の締結により、戦後禁止されていた航空機の研究開発が解禁されたことが契機となり1954

¹ 「ADEOS」(みどり, 1996)、「ETS-VII」(きく7号, 1997)、「H-IIロケット5号機」(1998)、「H-IIロケット8号機」(1999)、「M-Vロケット4号機」(2000)など。

² 「H-IIAロケット6号機」(2003)、「ADEOS-II」(みどり2号, 2003)、「PLANET-B」(のぞみ, 2003)

³ 初期のパラダイムの概念はこの用語の多義性により様々な解釈がなされ論争が起こっている。しかしながら筆者はそのような論争に対して論ずる専門性もなく、また本稿の目的ではないためこれに触れることはしない。

⁴ ポラニーはこのような調整機能を「自立した創意の相互調整による調整」としている。

年に開始された。これは今からちょうど半世紀前のことである。この半世紀に渡る日本の宇宙開発の歴史の中で日本の宇宙開発は様々な国内的・国外的なファクトに影響を与えられ、さらにそれらが相互作用を起しながら現在の宇宙開発システムが形成されてきた。このため日本の宇宙開発の歴史を振り返りその分析を行うことが、現在の政策過程のパラダイムがどのようにして築き上げられてきたのかという理由に説明を与えてくれる。本章では日本の宇宙開発の様々な歴史的経緯の中から代表的な3つのファクトを取り上げ、その背景を示すことにより、科学技術指向パラダイムの存在を明らかにする。

(1) 平和目的の概念

日本の宇宙開発は1969年になされた国会決議により「平和目的に限る」という原則のもとで行われてきた。この原則は現在の日本においても当然のものとして受け取ることができるが、宇宙開発を利用（アプリケーション）という視点でとらえる場合には、その研究開発における技術的方向性や海外への市場拡大などにとって非常に重要な意味を持つ。

この国会決議は、世界の宇宙開発の歴史が軍事分野から始まったことに起因する。冷戦下における欧米の国威発揚と軍拡競争はまさに宇宙開発競争の歴史でもある。中野（中野、1999）によれば、この国会決議はエネルギー開発における核開発の抑止を考慮した「原子力基本法」が叩き台となっており、その意図は宇宙開発における「ミサイル開発を抑止する」ためのものであった。そしてこの国会決議から30年以上を経た現在でも、日本の技術は世界的にも高いレベルに到達しているとの評価がある一方で、ロケット・エンジンなどの輸出が規制されている。実際に日本の宇宙機器産業の輸出入額は、一部のコンポーネントに関しては競争力があるが輸入超過が続いている状況である⁵。米軍需産業向けに半導体やカメラあるいはVTRなどは輸出しているにもかかわらず、ロケットあるいは宇宙開発分野全体に対しては今でもこの原則が適用され大きな影響を受けている。

このような宇宙産業の現状の全てが平和目的という原則にあるのではないが、この原則は世界市場における競争環境の中で、他国の競争者には課されていない日本の宇宙産業にのみ課された大きな制約となっていることは明らかである。

(2) 日米経済摩擦の影響

1989年5月にアメリカは人工衛星やスーパーコンピュータなどについて「包括貿易法：不公正貿易国に対する強制的制裁措置」（通称：スーパー301条）を適用することを決め、日本市場の開放を求めた。そして、その後の日米交渉により、人工衛星に関しては1990年4月に日本側の全面譲歩となる内容で合意がなされた。これによりアメリカの主張どおり日本政府やNTTなどの機関は、研究開発以外の衛星を内外無差別に調達することになった。その結果、日本の宇宙機器製造企業は国や政府機関の通信・放送・気象衛星などの商用・実用衛星の開発からはずれ、わずかな国内の研究開発用途の衛星開発のみを行なうことになった。

1980年代後半の日米経済摩擦は、日本の宇宙機器産業が導入技術依存から自主技術開発へ、またそれとともに産業化へ向かっている時期であっただけに、その影響はその後の産業としての自立に大きな影響を与えた。このよう

な経済制裁的措置や自由競争化の波は宇宙機器以外の産業でも起ってきたことである。しかし宇宙開発の場合、この日米経済摩擦が宇宙機器産業に極めて重大な影響を与えた。そもそも国内市場は科学技術・学術のための研究開発であるため予算が少なく、また打ち上げ回数も射場の打ち上げウィンドウの制約もあり年間に数回という活動規模の小さい市場である。技術面のキャッチアップは一定の成果をあげていたが、まだ国際市場における競争力というレベルにはいたっていなかった。こうした状況における突然の国内市場の開放は一時的な競争力の低下だけで済まず、今でもその影を落とし続けている。スーパー301条の合意以降の商用・実用衛星市場は米国内企業の独壇場となっており、日本企業の衛星製造は政府および一部の政府関連機関による技術試験衛星シリーズに限られている。

(3) 技術開発方針の変遷

日本の宇宙開発の歴史は文部省の東京大学生産技術研究所で始まっている。そして、文部省におけるロケット開発では、1950年代には固体燃料⁶であるコンボジット推進薬を日本の独自開発による国産技術として民間が開発していた。

1964年に科学技術庁に設置された宇宙開発推進本部と、同じく科学技術庁の航空宇宙技術研究所は、当時衛星を自主開発固体ロケットで打ち上げる「Qロケット計画」、「Nロケット計画」という2つの計画を持っていた。一方で文部省も既に「Mロケット計画」によりロケットの開発に着手しており、同時期に2つの機関で人工衛星を打ち上げる計画が存在していたことになる。このため、科学技術庁は宇宙開発の一元化を目指したが、自主技術による打ち上げの実績を持っている文部省との間で決着がつかなかった。その結果、当時の宇宙開発審議会は実用と科学という線引きを行うことによって文部省と科学技術庁の両方の開発プロジェクトを認めたのである。つまり宇宙開発審議会は技術的に進んでいた文部省のプロジェクトがあったにもかかわらず、科学技術庁でも新たにプロジェクトを立ち上げるという二元開発体制をとったことになる。

その後1969年に科学技術庁は固体ロケットの自主開発からアメリカからの技術導入による液体ロケットの開発へと方針を転換した。その要因として吉岡（吉岡、1995）は国外的要因と国内的要因を指摘している。これによれば国外的要因とは日本の宇宙技術の自立に対する歯止めとしてのアメリカ技術戦略とされる。また一方の国内的要因とは早期の実用衛星保有の実現を目指す実用衛星のユーザー（気象庁あるいは郵政省など）からの、「最も短期間での実現はアメリカからの全面的技術導入にある」という、宇宙開発委員会への強い働きかけであったとされる。これにより日本の宇宙開発は、科学分野は文部省の宇宙科学研究所の自主技術による固体ロケット開発、そして実用分野は科学技術庁の特殊法人である宇宙開発事業団の技術導入による液体ロケット開発というように、開発体制だけでなく開発技術も完全に二元化されることになった。

1987年の宇宙開発政策大綱に自主開発への再転換が示された。科学技術庁の技術導入から自主開発への路線転換の要因になったのは、国内の大型衛星打ち上げに対する要請もあったが、1979年の実験用静止通信衛星「ECS」（あやめ）の失敗、さらにその翌年の実験用静止衛星「ECS-b」（あやめ2号）の失敗にあった。松浦（松浦、1997）は、この失敗はアメリカから購入した

⁵ 「我が国における宇宙の開発および利用の基本に関する決議」（1969年5月9日衆議院本会議）および「宇宙開発事業団法に対する国会の付帯決議」抜粋（1969年6月13日参議院科学技術振興対策特別委員会、抄録）

⁶ 第17回宇宙開発利用専門調査会資料「宇宙産業の現状と課題」経済産業省製造産業局航空機武器宇宙産業課宇宙産業室（2004）

⁷ 射場においてロケット打ち上げが可能な期間を指す。日本では鹿児島県に射場がありその打ち上げウィンドウは近畿の漁業協同組合との取決めによって決まっている。

⁸ チャンバーと呼ばれる容器の中に推進薬を流し込み固めた燃料。

エンジン¹⁴⁾に原因があるとも考えられたが¹⁵⁾、宇宙開発事業団にはこのエンジンの在庫があったにもかかわらずブラックボックスとして契約されていたために詳細な調査を行うことができなかったと指摘している。この連続して発生した失敗に対して、科学技術庁は技術導入による開発の限界を認識し導入技術依存への対策として自主技術開発の促進を目指すことになったのである。

以上のように日本の宇宙開発に影響を与えた重要なファクトとして、①平和目的、②日米経済摩擦、③技術開発方針の3つを説明した。これらのファクトが宇宙開発草創期から現在に至るまで、様々な場面において「日本の宇宙開発」に対する認識を形作ってきたのである。ひとつひとつのファクトを取り上げれば、その時々状況あるいは要求によりいくつかの選択肢の中から進むべき方向性が選択されたとみることできる。しかしこのように歴史的に振り返ってみると、ひとつの決定が次の決定の判断基準となることにより、その基準が強化され方向性を持っていったと考えられる。つまりこのような発展経路が宇宙開発に対する使命意識を、科学技術的キャッチアップを軍事目的には利用せずに達成していく、さらにいえば宇宙科学技術の進歩以外は無視しないという方向に向かわせたものと解釈できるのである。これは歴史的経緯が政策過程における意思決定メカニズムを科学技術指向へと収斂させてきたことを示すものである。科学技術指向の政策過程における意思決定では、キャッチアップを早めるという目的が技術開発の方針決定において優先されてきた。獲得技術による商業化の本格的なスタートを目指して純国産のH-IIロケットによる商業衛星打ち上げサービス事業に参入するため、1990年には株式会社ロケットシステムが設立されていた。しかしながら衛星の国際競争力促進を妨げる決定が同時期に下されていたのである。このような使命、基準、そして宇宙開発に対する意識が「パラダイム」を構成するものであり、半世紀に渡って形成されてきたものである。このパラダイムの中では宇宙開発を科学技術あるいは学術的進歩あるいは向上としてのみとらえていたため、宇宙技術の産業競争力などといった他の目的が考慮されない政策が策定されてきたのである。

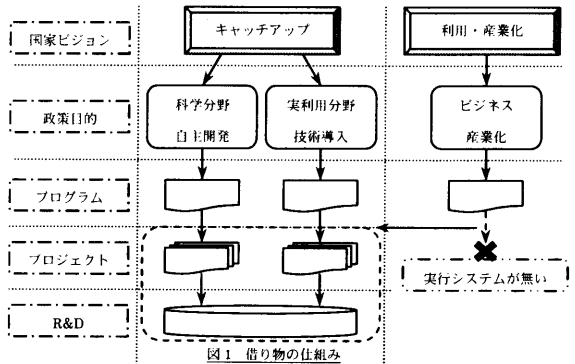
IV パラダイムシフト

もともと技術的キャッチアップを目的として構築されてきた宇宙開発システムは、科学技術の進歩という使命を実現するための実施システムであり、現在の宇宙戦略である宇宙技術を利用した産業あるいは新産業の創出といったその他の役割を担うためのものではない。なぜならこのシステムは、日本の宇宙開発の発展経路がⅢ章で述べたような様々な歴史的背景のもとで方向付けられ、補強されてきた科学技術指向パラダイムによって構築されたシステムだからである。

2002年に総合科学技術会議の宇宙開発利用専門調査会において「今後の宇宙開発利用に関する取り組みの基本について」が取りまとめられた。これによれば宇宙開発の推進目標は、知の創造、経済社会の発展、安全の確保、人類の持続的発展、国民生活の質の向上である。そしてその戦略は①宇宙開発の利用・産業化への展開、②基幹ロケットを民間主導へ、③衛星開発における重点化（安全の確保、情報通信・測位、地球環境監視）、④有人宇宙活動の見直し、にある。つまり宇宙開発の方向性はこれまでの科学技術・学術としての取り組みから宇宙開発の利用へと大きく舵を切ることが明確に示された

ことになる。

このような方針への転換によって、日本の宇宙開発はビジネス化そして産業化という新たな役割を果たさなければならなくなった。しかしながら科学技術指向パラダイムでは、政策において増加した宇宙開発の多様な役割、そしてその役割を果たすことを目的として新たに加わった様々な分野のアクターが協働し、それぞれの政策目的をコーディネートするという意識は働きの悪い。その結果、利用・産業化という従来の枠を超えた新たな役割は、図1に示すような「借り物の仕組み」によって実施されることになったと考えられる。この仕組みは、従来の宇宙開発において用いられてきた使命遂行型の実行システムを、利用・産業化といった他の目的にも使用するというものである。本来は異なる目的を実施していくための新たな実行システムを構築する、もしくはその新しい目的が達成できるように既存のシステムを再構築するというような対応が必要だったのである。しかしそのような対応は取られず、主要宇宙3機関の統合あるいはそれらの機関内におけるプロジェクトマネジメント方法の改善といった研究開発システムに対する部分にとどまってしまった。そのため、利用・産業化といった目的を達成するためには構築されていない既存の実行システムに、異なる目的を持ったプログラムが附加されていったのである。現在の宇宙開発は、このような「システムの代用」というべき仕組みによって、既存のシステムが正常に機能しなくなった状態にあると思われる。そしてこのことが事故・不具合を発生させているメカニズムであると考えられるのである。以前に筆者が指摘した「多様な政策目的をコーディネートする」という機能は科学技術指向パラダイムである宇宙開発の政策過程には本来備わっていない機能である。現在の政策過程パラダイムは、宇宙開発の利用・産業化という新たな政策目的の実施を、従来のパラダイムで構築してきた実行システムで行っている。パラダイムをさらに幅広くとらえるのであれば、この実行システムを含む宇宙開発システム全体が科学技術指向のパラダイムとよべるであろう。



科学技術指向パラダイムは、宇宙開発に対して課された様々な役割を科学技術というフィルタを通して政策決定を行う政策過程である。そしてここで決定されたプログラムは従来の使命遂行型実行システムで行われる。上述したように、宇宙開発の役割は以前の科学技術的キャッチアップという単一のものから、それらの成果を利用した社会への貢献や産業化などを含む複合的な役割へと変化した。このような役割の複合化は、政策決定段階における目的のコーディネートが必要とする。単純にプログラムを分割し機械的にプロジェクトに落とし込むことだけでは、複数の複雑なプログラムを効率よく実

¹⁴⁾ アポジモータと呼ばれる衛星を静止トランスファー軌道から静止軌道に載せるためのロケットエンジン。
¹⁵⁾ 公式見解は別装置の故障。

施し成功へ導くことは期待できず、実行システムによる対応は限界に来ているのである。

総合科学技術会議はあくまで基本方針や目標、あるいは理念などの基本的な戦略を策定するものである。このため実質的な意思決定は宇宙開発委員会が担うことになるが、多省庁間にまたがる大規模横断的なプログラムのコーディネート機関として、文部科学省の所管という立場ではその役割を果たすことは困難である。そしてこの立場とはまさに科学技術指向パラダイムの中にあり以前と変わるものではない。そのため現在の宇宙開発には多分野にわたる様々な目的を持ったプログラムが設定されているにもかかわらず、これを科学技術指向というパラダイムの中でしかとらえることができないのである。これらの目的達成において重要なことは、研究開発レベルのシステム改善だけではない。プロジェクトに至る前のプログラム段階におけるコーディネーションが重要なのである。つまり問題の本質は、図2に示すように、総合科学技術会議において示される宇宙開発の国家戦略の持つ多様な目的が政策レベルでコーディネートされていないことにある。

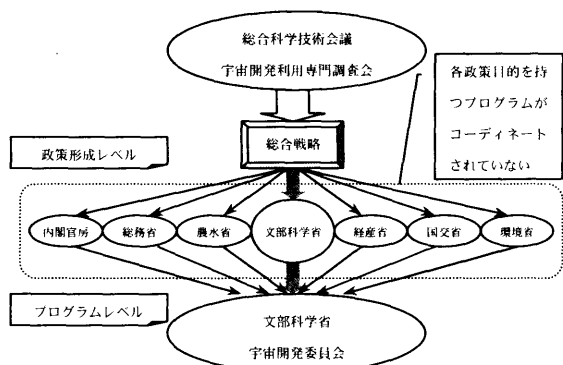


図2 政策過程における政策目的のコーディネート不足

日本の宇宙開発はいまだに科学技術指向型パラダイムにある。このパラダイムにおける発想では目的をコーディネートするという意識は働きにくい。宇宙開発技術の草創期あるいは発展期においては科学技術指向に基づく意思決定は十分な正当性があり、着実な成果も生み出した。しかしながら日本の科学技術が一定の水準へ達した時点で、このパラダイムは飽和したと考えられるのである。さらに、世界の宇宙開発環境は宇宙開発技術の獲得から宇宙開発利用の時代へとシフトしている。そこには、いかに宇宙開発を利用し社会に貢献するのか、あるいは宇宙開発の利用によって更なる科学技術の発展を目指す、という意識が不可欠であり、これらの複合的な役割は政策形成のレベルでコーディネートされている必要がある。このためには、宇宙戦略を転換する、あるいは実行段階において民間の活力を使うといった対応だけではなく、政策過程におけるパラダイムシフトが必要なのである。そして新たなパラダイムとは「目的のコーディネート」が機能することが最も重要であり、「目的指向パラダイム」とよべるものである。つまりここでいうパラダイムシフトとは単一の宇宙技術開発政策というものから、複合的な宇宙政策という政策的移行に他ならない。

VI むすびに

欧米の状況を見ても宇宙開発とは国家戦略そのものであり、国家戦略と宇

宙開発戦略を別々に取り扱うことは出来ない。そして国益のための宇宙開発という一方で、宇宙開発が持つ夢や希望といった純粋な使命遂行型の科学技術としての意義も依然として重要なものである。科学技術基本計画は日本の宇宙開発に対して、今までの科学技術の進歩という役割にとどまらない経済社会への貢献という新たな役割を追加した。このため宇宙開発の多様性が増し、国家戦略としての宇宙開発は様々な目的を達成するための今まで以上に複雑なプログラム、そしてプロジェクトが生み出されることになった。そしてこれらのプログラムは、個々の目的こそ異なるものの共通する部分も多く、またそれぞれがリンクして相互に影響を与え合うものでもある。このため政府はこのような複合的なプログラムの実施へ向けた、宇宙開発活動をコーディネートし得る政策形成システムを早急に構築しなければならない。そして、こうした多目的型の科学技術分野において最適なシステムを構築するために必要なことは、その分野全体に対してどのような意識で望むかということであり、その意識が様々な分野のアクターの中で共有されていることであろう。パラダイムとはこの意識に存在するのであり、今後の宇宙開発に求められるパラダイムとは、目的指向という多様な目的の達成を目指す使命意識である。そして目的指向による複合的な宇宙開発の政策形成システムとは、総合戦略からプログラムレベルに至る政策過程に目的をコーディネートする機能を持ったシステムである。しかしながら現在のシステムはこの機能が働いていない。どのようなシステムが最適であるかは今後更なる検討が必要であるが、それは複合的な役割を持つ宇宙開発の実施という意識によって結びついた構造である。このため、新たなシステムの構築には現在の科学技術指向から目的指向へのパラダイムシフトが不可欠なのである。

《参考文献》

- [1] Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago Press. [中山茂記 (1971) 「科学革命の構造」 みすず書房]
- [2] Kuhn, T. S. (1977). *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. The University of Chicago Press. [安孫子謙也・佐野正博訳 (1992) 「本質的緊張 2」 みすず書房]
- [3] Mintzberg, H. (1995). "The Structuring of Organizations", in Mintzberg, H., Quinn, J. B. and Ghoshal, S. *The Strategy Process: European Edition*, pp. 352-371. Prentice Hall.
- [4] Polanyi, M. (1969). *Knowing and Being*. The University of Chicago Press. [佐野安仁・澤田充夫・吉田謙一監訳 (1985) 「知と存在：言語的世界を越えて」 M. グリーン編 見洋書房]
- [5] 熊田憲 (2003) 「フロンティア分野における政策形成のあり方：宇宙開発における政策形成体制の考察の今後の課題」 研究・技術計画学会「第18回年次学術大会講演要旨集」 pp. 264-267.
- [6] 中野不二男 (1999) 「日本の宇宙開発」 文芸春秋
- [7] 松浦晋也 (1997) 「H-ロケット上昇」 日経 BP 社
- [8] 吉岡斉 (1955) 「宇宙開発体制の確立」 中山茂・後藤邦夫・吉岡斉編集「通史」日本の科学技術 3：[高度成長期] 1960-1969. pp. 172-183.