

は し が き

研究組織

研究代表者： 羽原敬二 （関西大学 商学部 教授）

交付決定額（配分額）

（金額単位：千円）

	直接経費	間接経費	合 計
平成12年度	2,700	0	2,700
平成13年度	2,100	0	2,100
平成14年度	2,000	0	2,000
平成15年度	1,700	0	1,700
総 計	8,500	0	8,500

研究発表

（1）学会誌等

羽原敬二，「宇宙開発におけるリスクマネジメントの基本概念」、『宇宙における技術開発管理手法の検討』（その3）（副題：リスクマネジメント手法の検討），社団法人日本航空宇宙工業会，2000年3月．

羽原敬二，「宇宙輸送システムの商業化とリスク処理」『海運経済研究』，第34号，75－94ページ，日本海運経済学会，2000年10月．

羽原敬二，「アジア地域の宇宙開発・利用システムとその法的基盤の形成に対する日本の貢献」『アジア法文化と国民国家－固有法と移入法の相克と共生－』研究叢書第24冊，第3章，関西大学法学研究所，2002年3月．

（2）口頭発表

羽原敬二，「アジアにおける宇宙開発事業の展開と法体系」，関西大学法学研究所アジア法文化研究班第1回定例研究会，岩崎記念館4階第1研究室，2000年4月22日．

羽原敬二，「宇宙開発におけるリスクマネジメントの基本概念」，宇宙開発における技術開発管理手法の検討（その3）（副題：リスクマネジメント手法の検討）成果報告会，NASDA 本社 28F 第2会議室，2000年4月27日．

羽原敬二，「宇宙の商業利用とリスクマネジメント」，関西大学工業技術研究所賛助員会研究会，関西大学学術フロンティア・センター 3階会議室，2000年10月28日

羽原敬二,「航空運送事業におけるリスクマネジメント」,財団法人関西空港調査会設立 25 周年事業航空交通研究会活動報告会,府立文化情報センター(さいかくホール),2002 年 2 月 26 日.

羽原敬二,「リスクマネジメントからみた組織管理」,社団法人日本航空技術協会第 14 回航空安全シンポジウム,JAL ビル 2 階ウイングホール,2002 年 3 月 7 日.

羽原敬二,「航空輸送システムの安全確保とリスクマネジメント」,国土交通省航空局第 3 回空港技術報告会,中央合同庁舎第 3 号館 10 階共用大会議室,2002 年 11 月 28 日.

Keiji Habara, 'Airport Engineering Risk Management,' 2nd Seminar on The Master Plan Study for Strategic Policy of the Air Transport Sector in Indonesia, Room Trully C, Clarion Hotel, Golden, Jakarta Indonesia, August 21, 2003.

羽原敬二,「アジアにおける航空交通システムの安全性向上支援事業について」,日本海運経済学会関西部会 11 月例会,神戸大学海事科学部総合学術棟 1 階 SCS 室,2003 年 11 月 14 日.

2. 3. 1 宇宙開発におけるリスクマネジメントの基礎概念

2. 3. 1. 1 宇宙開発事業の理念とビジョン（図－1）

事業の理念やビジョンは、組織の存在意義や果たすべき役割・使命を社会に示す基本的な価値観の表明である。これらの価値観は、結局、関係者の行動規範、ひいてはリスク対応の根本的な考え方を決定することに繋がる重要な要素である。理念・ビジョンの価値観を共有することにより、組織の求心力を高めることが可能となる。

宇宙開発事業の理念は、宇宙開発活動に対する普遍的な価値観を示すものであり、社会または関係者に対する活動方針の誓約ともいえる。したがって、頻繁に変更することは許されず、時代に流されないで、どのように宇宙開発を推進するのかという組織または政府の基本的な企図を明確化するものである。

宇宙開発事業のビジョンは、組織が将来の特定時期にあるべき姿を示すものであり、到達すべき目標と達成時期の設定である。すなわち、理念のもとに目指すべき将来の姿を、社会、事業関係者、利害関係者などに対して表明したものである。

さらに、事業戦略は、理念やビジョンを具体化するためのより具体的な方法論を示すものである。つまり、ビジョンを実現するための手段・過程であり、他との差別化、独自性創造の枠組みである。戦略は、意思決定の方針として、理念・ビジョンに基づき定められ、人、物、金、情報、時間などの資源投入の判断が行われることになる。そして、宇宙開発は、ミッションから地上支援システムまでがトータルなシステムであり、とりわけミッションの創出が重要となる。

理念・ビジョンが事業運営の道標として機能するためには、将来の環境を十分に分析・予測し、将来ありうべき理想的な事業の姿を探らなければならない。理念・ビジョンは、戦略を策定するための基礎となるべき概念で、戦略のレビューにおける評価基準となる。宇宙開発技術戦略は、国家の目標および政策にも一致し、国家技術戦略として認識されることが必要である。宇宙開発は、21世紀の戦略的かつ国際的インフラストラクチャーであり、陸・海・空に次ぐ第4のインフラストラクチャーとして商業化とメガコンペティションに対応することが求められている。

宇宙開発事業は大規模化・複雑化したシステムとなっており、技術開発に膨大なコストと巨大なリスクが伴うため、国際競争を踏まえた宇宙のインフラストラクチャー技術に関する明確なビジョンが不可欠である。そのためには、材料や構造、ロボット応用など基盤技術の研究開発を戦略的に進めるシナリオが作られなければならない。将来の有人宇宙輸送技術をも見据えた長期的な戦略を確立するとともに、安定したプロジェクト計画の立案により、民間企業の自立する環境を整える時期にきている。

以上のような状況に鑑み、リスクおよびマネジメントの概念を時代の変化に対応して明確化することにより、リスク克服のための組織的・総合的なリスクマネジメントを展開し、宇宙開発事業の存続と成長に向けた戦略に直結させることが必要となる。（図－2）

2. 3. 1. 2 リスク概念と形態 (図-3)

リスク(risk)の概念は、各研究分野でさまざまに把握されており、必ずしも一義的に定義されているとはいえない。これまで、主として保険論、リスクマネジメント論、統計学、経済学、および経営学に関する専門家たちによって多く検討・議論されてきた。結論的には、リスクマネジメント論の立場から本質的にリスクマネジメントを展開するには、リスク(risk)は、事故発生の可能性と解することが、論理的に最も妥当性があり、一般的である。すなわち、この可能性は、偶然性と解してもよく、確率1の必然と確率0の不可能との中間概念である。確率が1または0の場合には、不確実性は存在せず、事故の発生と不発生の確率が等しい、確率が2分の1になるときに、不確実性が最大になる。したがって、事故発生の可能性が必然に接近する場合には、偶然性が高くなり(確率が高くなり)、リスクが大きくなることを意味する。逆に、事故発生の可能性が不可能に接近する場合には、偶然性が低くなり(確率が低くなり)、リスクが小さくなることを意味する。

実用的には、原子炉の確率論的安全解析を具体的に進めるための手順に見られるように、リスクを事故発生頻度×影響度と定義することにより、損失の期待値を求める方式が多く使われている。しかし、この期待値は、リスクを測定・評価する際の一指標にしかすぎない。なぜなら、それが常に適切な尺度であるかどうかという問題が付随するからである。現実の個々の問題に関する具体的な状況に即して、リスクを多面的に評価することが必要である。たとえば、一度に100万人が死亡する災害の発生する確率が1万分の1である大事故と、1年に発生する確率が2分の1で1回に200人死亡する事故とは、いずれも一年間の死者の期待値が100人であるが、同じ大きさのリスクであるとはいえない。リスクの評価には、たとえ確率が客観的に計算できたとしても、主観的な価値判断がどうしても必要になる。リスクは、あくまでも純然たる抽象的観念である。

リスクマネジメントの実践にあたっては、リスク、ペリル(peril) およびハザード(hazard)の概念を明確に区別・認識しなければならない。なぜならば、ペリルの概念から説明すれば、リスク、ハザードの概念が容易に理解できるためである。この点において、アメリカの主要文献では、損害(loss)から説き起こしているために問題がある。

ペリル(peril)は、偶然事故そのもの(accident, incident, error, contingency, crisis)で、発生事故形態を表す概念である。たとえば、爆発、火災、破損、機能停止などである。偶然事故とは、予見や予測が困難である不確実な事故をいい、この不確実性は、何が予見・予測できないかによって、事故の発生自体の不確実性、事故の発生時期の不確実性、および事故の結果の不確実性に類別される。事故発生自体の不確実性とは、事故それ自体が発生するか否かの予見が困難なことである。事故発生時期の不確実性とは、事故がいつ発生するか予見困難なことである。事故結果の不確実性とは、事故の結果が経済的利益を生じるか、または経済的損失を生じるか、およびその場合の程度・規模はどのぐらいか、について予見困難なことである。事故と損害(loss)は、混同されやすいが、事故は、本来価値喪失とは直接関係のない偶発的事象または出来事である。事故発生の結果、何らかの経済的価値が喪失した場合に、損害が生じることになる。事故の結果が損害であり、損害の原因が事故という因果関係が成り立っている。

ハザード(hazard)は、リスクを発生・増加・減少させる、条件、要因、状態であり、事故発生の潜在的要因である。たとえば一般的には、道路の凍結、ブレーキの不完全、機械操作技術

の未熟、気象条件、建造物の構造などが挙げられる。すなわち、ハザードは事故(peril)の発生頻度や規模に影響を与える具体的な事情または条件(condition)をいう。ハザードは、社会の動態的変動に関係する動態的ハザードと、社会の動態的変動に関係しない静態的ハザードに分けられる。リスクの測定・評価は、これらのハザードの分析により実施される。

2. 3. 1. 3 リスクの分類

リスクマネジメントを論じる場合に、リスクの性質により、結果の損害または利得の可能性という損益の発生形態に着目した一般的な分類が、純粋リスク(pure risk)と投機的リスク(speculative risk)である。純粋リスクは、それが発生した場合に、損害のみを生じさせるリスクであり、利得(gain)の可能性を内包していない。これに対して、投機的リスクは、それが発生した場合に、損害または利得のうちいずれか一方を生じさせるリスクである。純粋リスクと投機的リスクを対比すると、以下のとおり重要な相違点がある。

- (1) 純粋リスクでは、一般に大数の法則が適用しやすいのに対し、投機的リスクではそれが適用しにくい。したがって、純粋リスクは、大数の法則が作用する母集団では、リスク評価として危険率や平均損害率の評価が可能となり、一般に保険の対象ともなりうる。しかし、投機的リスクでは、保険化の可能性は低い。
- (2) 純粋リスクの場合には、個別経済主体の損害は、ほぼ常に社会の損害にも結びつくが、投機的リスクの場合には、個別経済主体が損害を被っても、社会が利益を得ることがある。
- (3) 純粋リスクは主に静態的ハザードの影響を受けやすいのに対し、投機的リスクは主に動態的ハザードの影響を受けやすい。すなわち、純粋リスクは、社会の動態的変動に係わらないハザードの作用を受けやすく、投機的リスクは、社会の動態的変動に係わるハザードの作用を受けやすい特徴がある。

2. 3. 1. 3. 1. 純粋リスク

純粋リスクは、損害の可能性のみを内包し、純粋リスクが発生すれば、個別経済主体に経済的損失のみをもたらす結果となる。純粋リスクが主に静態的ハザードの影響を受けやすいということは、純粋リスクの評価には、静態的ハザードの分析が必要になることを意味している。

この静態的ハザードは、物理的ハザード(physical hazard)と人的ハザード(personal hazard)に大別される。さらに、人的ハザードは、主観的ハザード(subjective hazard)と客観的ハザード(objective hazard)に二分され、主観的ハザードは、モラル・ハザード(moral hazard)とモラール・ハザード(morale hazard)に区別される。物理的ハザードは、物に存在する物理的・客観的な性質、事情、状態を意味する。たとえば、気象状態、施設内の可燃物の存在、機械部品の氷結、計器の機能不全、振動、電磁波、デブリなどが挙げられる。物理的ハザードは、人間が支配できる場合と支配できない場合がある。ロケットの打ち上げを規制する場合は前者に、地磁気嵐や太陽風に対処する場合は後者に属する。人的ハザードは、人に係わる物理的または肉体的な事情、状況である。たとえば、可燃物取扱業者、人間の気質・体質、潜在的疾病、過失などを指す。モラル・ハザードは、人間の意識的な心理的または精神的状態や態度をいい、道義心の欠如、責任感の欠如、正義感の欠如、悪意的感情などから生じる積極

的作用である。モラール・ハザードは、人間の無意識的な心理的または精神的状態に関する事情である。たとえば、注意力の欠如、気の緩み、無関心、無気力、士気低下、風紀の乱れなどの人的事情を意味する。

リスクマネジメントの観点から、事業リスクにおける純粹リスクを細分化すると、事業資源に係わるものと、事業活動に係わるものに分けることができる。前者には、工場、機械設備などの物的資源に関して発生する火災、爆破、電気的事故等の物的リスク、技術、情報、知的所有権などの非物的資源に関する喪失等の非物的リスク、従事者、管理責任者などの人的資源に関する死亡、退職、労災事故等の人的リスクが含まれる。後者には、事業活動に伴い生じる事故による損害に係わる純粹リスクと、事業活動に伴い生じる各種の損害賠償責任負担や費用負担に係わる純粹リスク含まれる。具体的な純粹リスクの例としては、工場や設備の火災や爆発事故による事業中断の収益損害、施設管理者責任や受託者賠償責任等の各種の責任リスクによる責任損害、天候不順や欠陥のある製造物の回収等に伴う費用損害、などが挙げられる。

2. 3. 1. 3. 2 投機的リスク

投機的リスク (speculative risk) は、損害の可能性または利得の可能性を内包しているリスクである。したがって、投機的リスクは、事業主体に経済的利益をもたらす場合もあれば、経済的不利益をもたらす場合もある。

すべての全般管理者層の意思決定 (general management decision) は、その意思決定から利得または損害が生じる可能性があるため、投機的リスクを伴うといえる。およそすべての事業意思決定は、それが適切であれば利得が生じ、不適切であれば損害が生じるという投機的要素を持っている。意思決定の時点では、その結果がどうなるのか不確実であり、利得の期待をもって行なうが、損害を被る可能性も存在しており、そこに投機的リスクが内在することになる。したがって、リスクマネジメントで用いられている投機的リスクという用語は、事業リスク (business risk) と実質的に同義語である。

投機的リスクが動態的ハザードの影響を受けやすいという特徴は、投機的リスクの測定には、動態的ハザードの分析が必要となることを意味する。すべての事業意思決定が投機的リスクを伴うというのは、事業の達成が、将来の不確実な事業環境の変動への対応に依存しているためである。この不確実な事業環境、とりわけ事業外部環境の変動が動態的ハザードであり、価格変動、技術革新、価値観の変化、政治的情勢の変化などである。とりわけ、事業主体にとっては、この動態的ハザードに関する情報が不完全であり、そうした状況のもとで事業の意思決定を行わなければならないため、投機的リスクが生じることになる。すなわち、このような動態的ハザードに関する情報を完全し、的確な分析をすることは、投機的リスクの正確な評価には不可欠な要因である。

投機的リスクは、事業遂行上の意思決定に主として関与するリスクであり、管理職能との関わりにより、全般管理リスクと設計・製造、販売、財務、情報、労務などの部門管理リスクに分類されるのが適切である。

2. 3. 1. 3. 3 事業外部ハザードと内部ハザード

事業リスクは、さまざまな事業環境の影響を受ける。この事業環境のハザードは、事業外部ハザードと事業内部ハザードとに分けられる。前者は、政治、経済、社会、技術などの事情や状況であり、いわば外圧である。後者は、環境適合のための戦略、管理の欠陥・不適切といった事業組織内部の管理効率や資源に潜在する事情や状況である。

事業外部ハザードは、外部環境のさまざまな静的および動的ハザードであるが、天災や不可抗力をはじめとする静的ハザードよりも、正確に予測することが困難な動的ハザードをより重要視しなければならない。すなわち、事業活動は経済環境、社会環境、技術環境、市場環境、競争環境といったさまざまな外部環境のハザードによる影響を受けやすく、これらの確認、分析、評価が適正に行われ、リスク対処手段の選択・実施が適切でないと、事業目的が阻害されるからである。さらに、外部環境の動的ハザードは、損害を生じる側面のみではなく、利益を生じる面をもとらえる必要がある。たとえば、市場における技術革新という技術環境ハザードの変化は、事業にとって脅威となる場合もあるが、新規市場機会を提供し、利益獲得に繋がる場合もある。つまり、技術環境ハザードの動的変動に対応して、新製品の開発、新デザインの開発、製品の改良などの製品開発、製造工程の開発、新材料の開発などの技術革新により積極的に対処すれば、外部ハザードの変化に係わる投機的リスクの利得の可能性を高めることになる。

事業内部ハザードは、事業内部環境のさまざまな静的および動的ハザードであり、物的資源、人的資源、技術資源、情報資源などにかかわる静的ハザードと、各管理部門の効率にかかわる動的ハザードが重要となる。具体的な例としては、生産管理に関する内部ハザードとしては、工場、機械設備等に関する各種の物的ハザードや、生産性の低下、人材不足、設備不足などの動的ハザードが挙げられる。

事業リスクは、管理機能との関係においては部門管理リスクと全般管理リスクから成り、これらが事業外部ハザードと内部ハザードの作用を受けて発生し、それが損害または利得の可能性を持つ場合には投機的リスク、損害の可能性のみを持つ場合には純粋リスクとして事業に影響を与えることになる。

2. 3. 1. 3. 4 全般管理リスクと部門管理リスク

事業リスクは、管理機能との関係で、全般管理にかかわる全般管理リスクと部門管理にかかわる部門管理リスクに大別される。全般管理リスクは、事業戦略やトップマネジメントの意思決定に関するリスクであり、予想と結果の変動、すなわち計画と実績の差異として把握することができる。事業活動は職能による部門管理を伴い、各部門管理に固有のリスクが存在するため、これを部門管理リスクという。したがって、管理分野に応じて、生産リスク、財務リスク、販売リスク、労務リスク、情報リスクとなる。部門管理の上位に全般管理が位置づけられる。これらのリスクは、すべてリスクマネジメントの対象とすべきものである。

生産リスクは、製造に付随する原材料、生産設備、開発・設計、製品性能に関するリスク、または生産管理に付随する工程管理、品質管理、コスト管理に関するリスクといえる。

財務リスクは、資産保全、資金調達、資金管理、設備投資等に関するリスクである。

販売リスクは、市場管理、製品管理、価格、物流、供給体制などに関するリスクである。た

例えば、製品の価格変動・価格競争力、製造個数等にかかわる投機的リスクや、製品の保管、運送、配給過程等にかかわる各種の純粹リスクが挙げられる。

労務リスクは、労働災害防止に関する安全管理、労使関係、勤労意欲、労働環境、人材（有能技術者）確保等に関するリスクである。

情報リスクは、意思決定を行うのに必要な情報の収集、整理、分類、利用、あるいは知的所有権、知識管理、情報技術の活用、情報システムの整備などに関するリスクである。

事業のトップマネジメントが担当する全般管理に関する全般管理リスクは、事業方針の決定、事業戦略の策定、長期事業計画の策定、研究開発の推進などにかかわるリスクである。したがって、事業の根幹にかかわる投機的リスクの性格が非常に強いものといえる。

2. 3. 1. 3. 5 リスクマネジメントの対象リスク

リスクマネジメントの管理対象とするリスクとの関係でいえば、リスクは、制御可能リスクと制御不可能リスクに類別でき、制御可能リスクの一部が保険可能リスクである。ただし、現在は制御不可能なリスクであっても、将来の技術的進歩により管理可能なリスクになることが考えられる。したがって、制御可能リスクと複合的な手段により技術的に管理可能なリスク、および潜在的に管理可能なリスクが、リスクマネジメントの対象となるリスクである。（図-4）

アメリカのリスクマネジメントでは、純粹リスクの管理が中心をなし、投機的リスクまでを含めて管理対象としている場合はまれである。しかし、本来リスクマネジメントの展開上、リスクはすべてマネジメントの対象とすべきであり、損害を排除しながら、利得を追求するマネジメントを行うべきである。すなわち、リスクマネジメントの対象リスクを純粹リスクのみに限定せず、投機的リスクにまで拡大し、事業の成長リスク、市場参入リスクなどをも考慮しなければならない。マネジメントの概念も、意思決定に基づき、リスク処理手段を各部門管理および全般管理において展開されているリスク対策、各種の内部管理やさまざまな戦略にまで拡大する必要がある。

事業の目的を阻害または促進したり、事業の運営資源や活動に関係するリスクは事業リスクということになる。事業リスクでは、純粹リスクだけでなく、投機的リスクも重要な管理対象となる。なぜなら、全般管理者層、部門管理者層を問わず、すべての事業管理者層の意思決定には投機的リスクの要素が含まれているからである。とりわけ、急速な技術革新、政治・経済・社会構造の変化、国際競争の激化、価値観の変化など、事業を取り巻く環境の動態的変動の下で、事業活動を行わなければならない。このような状況下での意思決定は、不適切であれば損害をもたらす、適切であれば、利益をもたらす可能性を内在しており、事業の意思決定自体に投機的リスクが介入することになる。

2. 3. 1. 4 宇宙開発事業における純粹リスクの処理

宇宙機器の信頼性設計とリスクマネジメント

リスクマネジメントを実施するうえで、信頼性設計 (reliability design) の目的から、宇宙機器に関しては、

- (1) 運用中に故障しないこと。
- (2) 故障しても事故に繋がらず、故障個所の修復が可能であること。
- (3) 故障・事故を生じる欠陥が内在しないように、打ち上げ以前に十分な処置をしておくこと。

が基本的要件となる。

したがって、リスクを最小化するために宇宙機器に対し信頼性設計を活用する場合の具体的な要点は、

- (1) 宇宙機器が地上にある段階で、初期故障をできる限り取り除く (debug) こと。
- (2) 軌道上での偶発故障の故障率を最小化し、生存確率を長くすること。
- (4) 寿命末期での自然劣化・損耗による故障の発生を防止し、寿命をできるだけ先に引き延ばすこと。

であり、すなわち、①リスク事象の除去、②故障・不具合の最小化、③フェール・プルーフへの対策、ということに集約される。

(註 茂原正道『宇宙、システム概論』培風館、1995年。)

不具合原因対応原則

宇宙機器は、いったん打ち上げると、通常直接的な処置を施すことができないため、些細なことでも、地上で不具合 (trouble) の処理が十分にできていないと、プロジェクトの円滑な運用に大きな影響を及ぼしたり、プロジェクトそのものの成否に係わることになる。

事故・故障・不具合が発生した場合には、その原因処理方法 (trouble shooting) として、以下の原則が適用されねばならない。

- (1) 現場で直ちに応急的な対応をすること。
- (2) 状況を正確に把握すること。
- (3) 原因解明の手順を正しく踏むこと。
- (4) 復旧・改善に対する的確な対応をすること。
- (5) 原因に関して、正しい情報を的確に引き出すこと。
- (6) 検査などによって状況を変えることをできるだけ避け、現状を保存すること。
- (7) 残された証拠を客観的かつ冷静に分析すること。
- (8) 常に、再発防止対策を考慮に入れておくこと。

リスクコミュニケーション

- ・個人とグループや組織の間で、情報および意見を交換する相互作用的過程をいう。
- ・リスクの特質についての多種多様なメッセージ、関連事項、リスクメッセージを伴う。
- ・リスクコミュニケーションは、リスクマネジメントの一つの構成要素であり、リスク処理手段を選択する過程である。すなわち、意思決定者がその選択の基礎を置く情報を提供する過程である。

リスクに関する意思決定の要件

- (1) 特定の選択肢に関するリスクと便益に関する情報
- (2) 代替選択肢とそのリスクおよび便益に関する情報
- (3) 関連知識の不確実性に関する情報
- (4) 管理状況に関する情報

設計・製造におけるリスク情報の特性

他人から発信されたリスク情報（失敗、エラー、不具合、故障、事故に関する情報・知識）を鵜呑みにしてはならない。なぜならば、リスク情報は、下記のとおり、組織や社会の中を伝わっていくうちに、時間的に減衰し、部分的に誇張され、全体が単純化される特性があるためである。

(1) リスク情報の減衰性

リスク情報は、個人や組織にとって望ましいものではなく、担当者はできることなら公表を避けようとする傾向がある。そのため、リスク情報は、時間が経過するとともに、または関係部門に伝達されるごとに、急激に減衰する性質を持つ。

(2) リスク情報の単純化

リスク情報は、時間の経過につれて変化しやすいが、その原因も経緯もごく単純化されて伝えられがちである。記録された資料以外の、口頭による情報は、話されているうちに、内容が標語のような文言に単純化されてしまうことが多い。単純化されたリスク情報は、後に学習しようとする者にとっては、不完全な知識となっていることがある。

(3) リスク情報の歪曲化

リスク情報を必要とする者と開示されると不利益を被る者との間に、伝達すべき情報に自己の立場を絡めて行動する者が存在する場合がある。このような状況においては、リスク情報が本来の事実とは全く違って伝達される結果を生じることがある。関係当事者の利害が絡む場合、リスク情報は、必ず歪曲されるといえる。たとえば、事故の事実経過は一般に正確に伝わるが、原因は国家や人の意思によって変えられることもある。

(4) リスク情報の局所性

リスク情報は、それぞれの関係部所から全体に広がりにくく、他の部門や組織へは容易に伝達されない。結果として、同じ失敗がいろいろな場所で同じように繰り返し発生することになる。

(5) リスク情報の移動困難性

ある組織で発生したリスク情報は、隣接した部門に伝わらないだけでなく、組織内部でも

伝わりにくい。階層間をリスク情報が上下移動するとき、そのリスク情報と共にその当事者に対する評価も同時に付随して伝わると、考えられるためである。特に、得られたリスク情報が、正確に組織の上層部、トップ・マネジメントに伝達されていれば、大事故が防止できた事例は多くみられる。

(6) リスク情報の消失性

リスク情報は、本来積極的に取り組む対象ではない。だれしもリスク情報を自分のいる部署に蓄積しようとはしない。リスク情報は、それ自体が事態を直接的に変えるような即効的効果を持つものではないため、容易にアクセスできるようにしておかなければ、消失しやすい性質を有している。

(7) リスク情報の伝達困難性

リスク情報は、意図しない限り、研究上でも組織内および組織間で伝達されにくい。知識として蓄積しようとする意図を持つ者以外は、リスク情報を重要視しないからである。

(註 畑村洋太郎編, 実際の設計研究会『続々・実際の設計—失敗に学ぶ—』日刊工業新聞社, 1996年.)

【主要参考文献】 (順序不同・敬称略)

- ・ 科学技術庁研究開発局監修『宇宙開発ハンドブック』社団法人経済団体連合会宇宙開発推進会議, 1991年.
- ・ 宇宙開発事業団編集『宇宙開発データブック』財団法人日本宇宙フォーラム, 1997年.
- ・ 岩崎信夫『図説 宇宙工学概論』丸善プラネット, 1999年. (ISBN 4-944024-64-9)
- ・ 富田信之『宇宙システム入門』東京大学出版会, 1993年. (ISBN 4-13-061151-8)
- ・ 「応用機械工学」編集部『宇宙開発と設計技術』大河出版, 1982年. (ISBN 4-88661-215-6)
- ・ ASTME (SME) 編著, 半田邦夫・佐々木健次共訳『航空機&ロケットの生産技術』大河出版, 1998年. (ISBN 4-88661-220-2): American Society of Tool and Manufacturing Engineers (now Society of Manufacturing Engineers), Tooling for Aircraft and Missile Manufacture, 1964.
- ・ 北原貞輔・能見時助『TQCからTQMへ』有斐閣, 1991年. (ISBN 4-641-18167-5)
- ・ 藤末健三『技術経営入門』生産性出版, 1999年. (ISBN 4-8201-1672-X)
- ・ 吉川肇子『リスク・コミュニケーション』福村出版, 1999年. (ISBN 4-571-25013-2)
- ・ National Research Council 編, 林祐造・関沢純監訳『リスクコミュニケーション』化学工業日報社, 1997年. (ISBN 4-87326-252-6): The Committee on Risk Perception and Communication of the Commission on Behavioral and Social Sciences and Education & the Commission on Physical Sciences, Mathematics, and Resources of the National Research Council, Improving Risk Communication, National Academy Press, Washington, DC. 1989. (ISBN 0-309-03946-0)
- ・ 能澤徹『図解国際標準プロジェクトマネジメント』日科技連出版社, 1999年. (ISBN 4-8171-0321-3)
- ・ 芝安曇・小西喜明『プロジェクト・マネジメント実践講座』日刊工業新聞社, 1999年.

- (ISBN 4-526-04416-4)
- ・青木保彦・三田昌弘・安藤紫『シックスシグマ』ダイヤモンド社, 1998年.
(ISBN 4-478-37236-5)
- ・赤尾洋二・古澤正監修, 新藤久和編集『実践的QFDの活用』日科技連出版社, 1998年.
(ISBN 4-8171-0306-X)
- ・中島一『意思決定入門』日本経済新聞社, 1993年. (ISBN 4-532-01425-5)
- ・伊豫部将三『設計の凡ミス退治101』日刊工業新聞社, 1996年. (ISBN 4-526-03862-8)
- ・財団法人日本証券経済研究所編『リスクマネジメント・ハンドブック』第一法規, 1988年. (ISBN 4-474-03154-7)
- ・亀井利明編, 玉田巧・姉崎義史・羽原敬二・武田久義・檉原朗『保険とリスクマネジメントの理論』法律文化社, 1997年. (ISBN 4-589-01643-5)
- ・ジェームス・リーズン著, 塩見弘監訳, 高野研一・佐相邦英訳『組織事故』日科技連出版社, 1999年. (ISBN 4-8171-9099-X); James Reason, Managing the Risks of Organizational Accidents, Ashgate Publishing Limited, 1997.
- ・中野不二男『日本の宇宙開発』文藝春秋, 1999年. (ISBN 4-641-18167-5)
- ・松浦晋也『H-IIロケット上昇』日経BP社, 1997年. (ISBN 4-8222-4083-3)
- ・畑村洋太郎編, 実際の設計研究会『続々・実際の設計一失敗に学ぶ』日刊工業新聞社, 1996年. (ISBN 4-526-03922-5)
- ・茂原正道『宇宙・システム概論』培風館, 1995年. (ISBN 4-563-03505-X)
- ・茂原正道『宇宙工学入門』培風館, 1995年. (ISBN 4-563-03493-2)
- ・茂原正道・木田隆『宇宙工学入門II』培風館, 1998年. (ISBN 4-563-03530-0)
- ・「特集 リスクの経営学」『ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス』2000年3月号第25巻第2号, ダイヤモンド社.
- ・「特集 日本の宇宙開発・実利用時代と無人から有人へ」『花伝』別冊, 平成10年8月1日(第16巻1号), 序破急出版.
- ・岸 光男『システム工学』共立出版株式会社, 1995年.

John L. McLucas, Space Commerce, Harvard University Press, 1991.

Jonathan N. Goodrich, The Commercialization of Outer Space, Quorum Books, 1989.

George V. d* Angelo, Aerospace Business Law, Quorum Books, 1994.

- ・Randy Cassingham ed., Robert Shishko, NASA Systems Engineering Handbook (SP-6105), 1995.
- ・Office of Technology Assessment, Congress of the United States, The National Space Transportation Policy: Issues for Congress, OTA-ISS-620 (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, May 1995). (ISBN 0-16-048077-9)
- ・R. Max Wideman ed., Project & Program Risk Management: A Guide to Managing Project Risks & Opportunities, Project Management Institute, 1992. (ISBN 1-880410-06-0)
- ・Department of Defense, Defense Acquisition University, Defense Systems Management

- College, Risk Management Guide, Defense Systems Management College Press, 1998.
- Carl L. Pritchard, Risk Management Concepts Guidance, ESI International, 1996. (ISBN 1-890367-06-0)
 - James R. Evans, David L. Olson, Introduction to Simulation and Risk Analysis, Prentice Hall, 1997. (ISBN 0-471-14846-6)
 - Howard Eiser, Essentials of Project and Systems Engineering Management, John Wiley & Sons, Inc., 1998. (ISBN 0-13-621608-0)
 - Jack R. Meredith, Samuel J. Mantel, Project Management: A Managerial Approach, 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc., 1995. (ISBN 0-471-01626-8)
 - Harold Kerzner, Project Management: A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling, 6th ed., John Wiley & Sons, Inc., 1998. (ISBN 0-471-28835-7)
 - David I. Cleland, Project Management: Strategic Design and Implementation, 2nd ed., McGraw-Hill, 1994. (ISBN 0-07-011351-3)
 - David I. Cleland, Karen M. Bursic, Richard Puerzer, A. Yarislav Vlasak ed., Project Management Casebook, Project Management Institute, 1998. (ISBN 1-880410-45-1)
 - Chris Chapman, Stephen Ward, Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights, John Wiley & Sons Ltd, 1997. (ISBN 0-471-95804-2)
 - Stephen Grey, Practical Risk Assessment for Project Management, John Wiley & Sons Ltd, 1998. (ISBN 0-471-93979-X)
 - Lewis R. Ireland, Quality Management for Projects & Programs, Project Management Institute, 1991. (ISBN 1-880410-11-7)
 - Hiromitsu Kumamoto, Ernest J. Henley, Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineer and Scientists, IEEE Press, 1996. (ISBN 0-7803-1004-7)
 - Dev G. Raheja, Assurance Technologies: Principles and Practices, McGraw-Hill, Inc., 1991. (ISBN 0-07-051212-4)
 - Benjamin S. Blanchard, Walter J. Fabrycky, Systems Engineering and Analysis, 3rd ed., Prentice Hall, 1998. (ISBN 0-13-135047-1)
 - Wiley J. Larson, James R. Wertz ed., Space Mission Analysis and Design, Microcosm, Inc., Kluwer Academic Publishers, 1992. (ISBN 1-881883-01-9)
 - James R. Wertz, Wiley J. Larson ed., Reducing Space Mission Cost, Microcosm Press, Kluwer Academic Publishers, 1996. (ISBN 1-881883-05-1)
 - Daryl G. Boden, Wiley J. Larson ed., Cost Effective Space Mission Operations, McGraw-Hill Inc., 1996. (ISBN 0-07-006382-6)

理 念 (Philosophy)

ビジョン (Vision) - Insight, Speculation

ミッション (Mission) - Project Management : System

Risk Management

戦 略 (Strategy) - Policy (方針)

Techniques (手段)

Methods (方法)

図-1 事業目的達成の理念・ビジョン

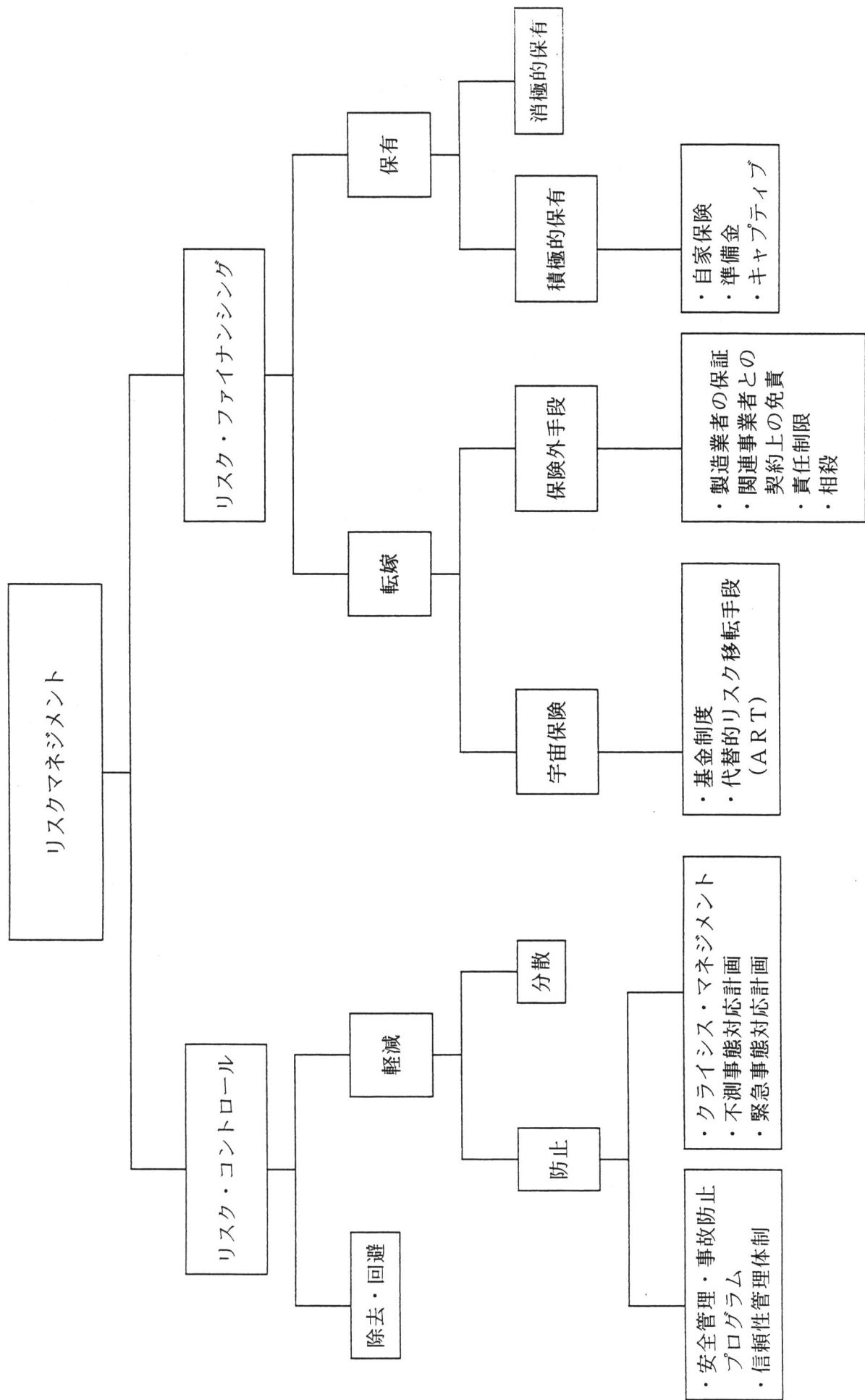


図-2 リスクマネジメント体系と手段

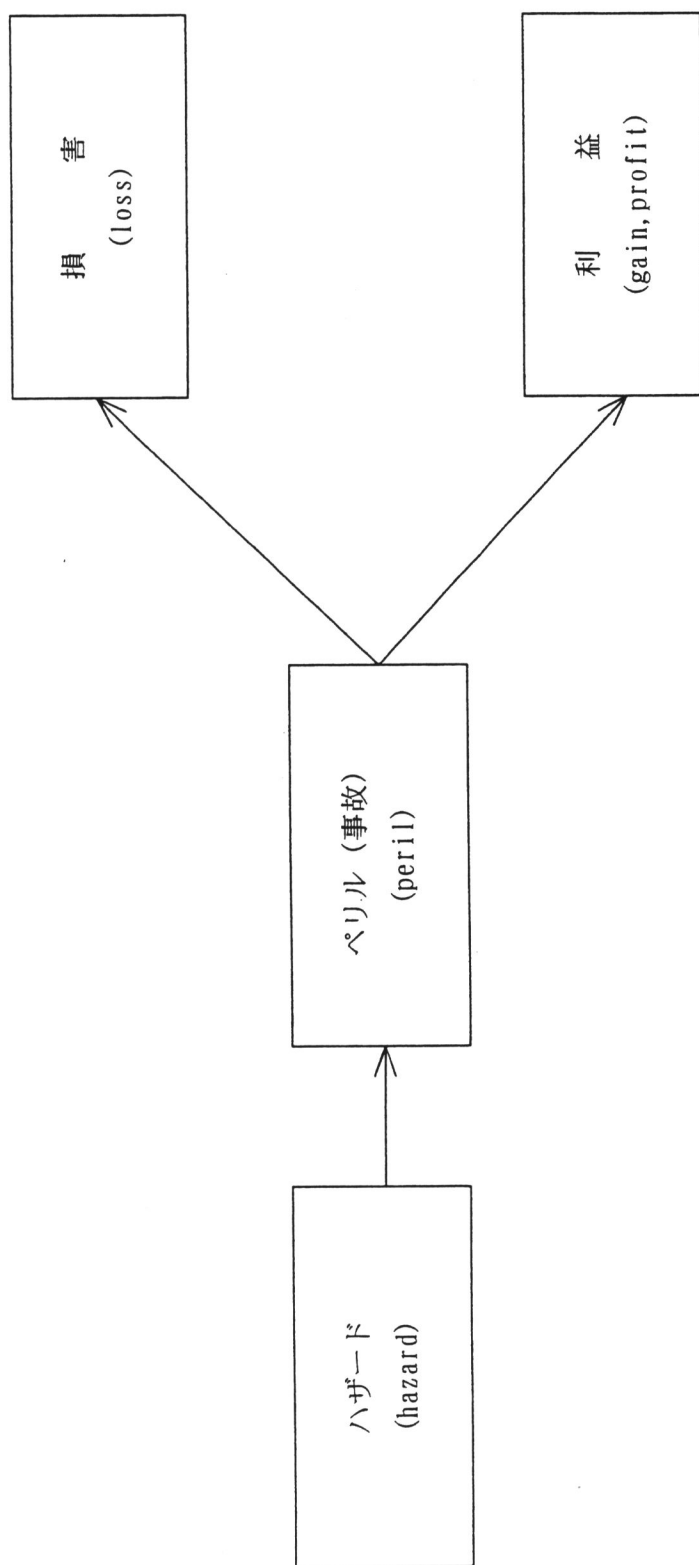


図-3 リスクの概念

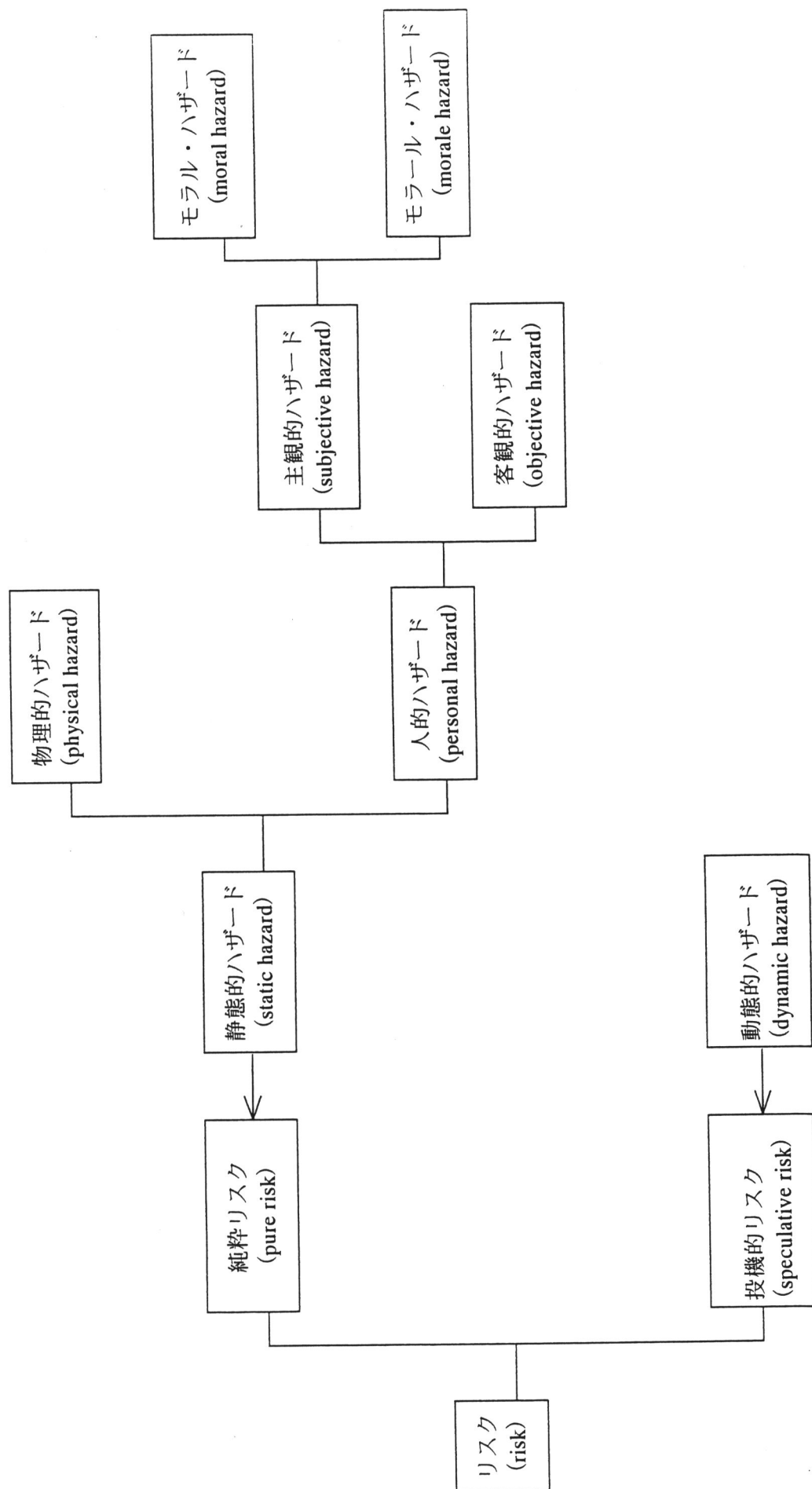


図4. リスクの概念と分類

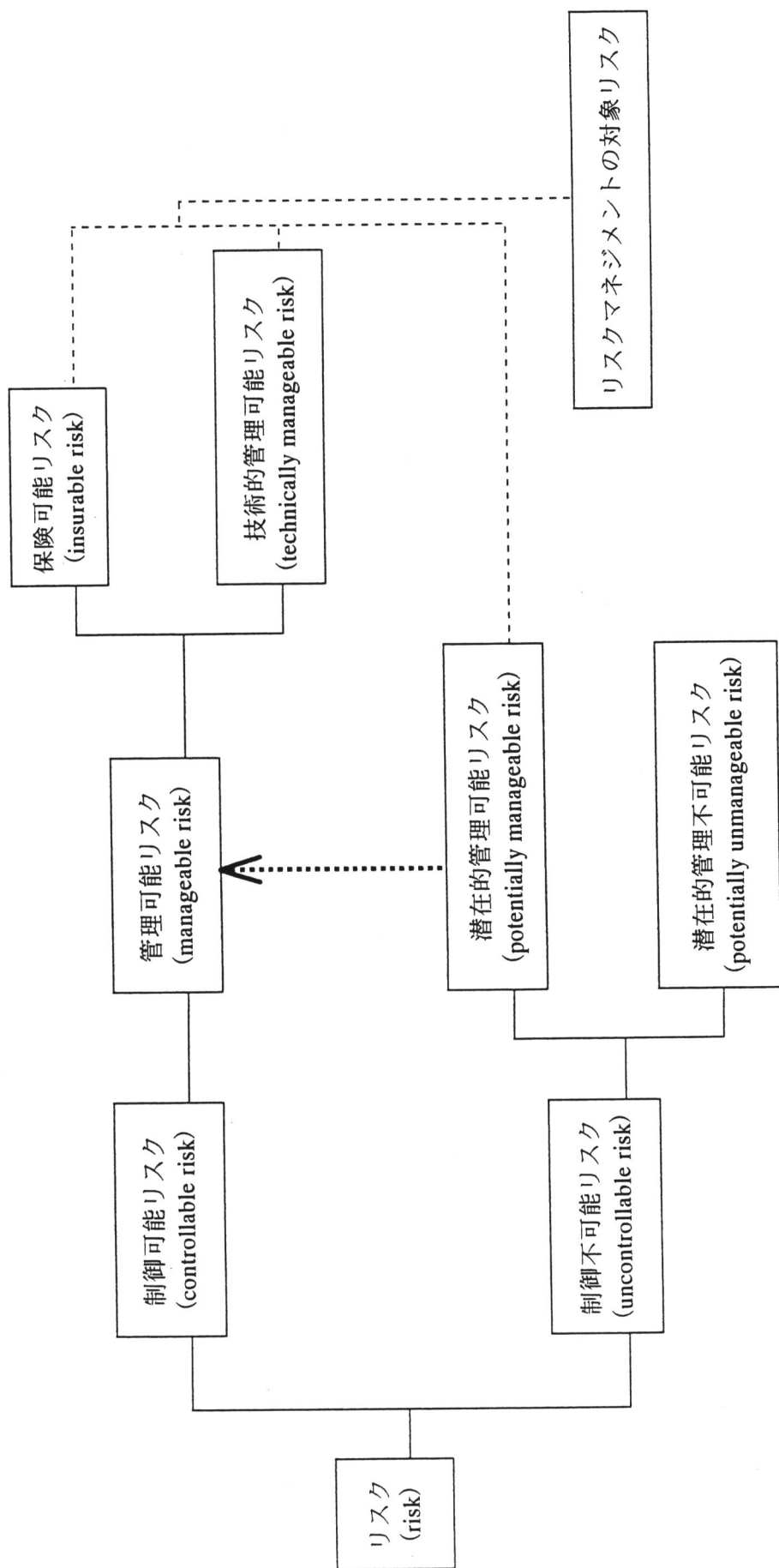


図-5 リスクの種類とリスク管理の対応

宇宙運送システムの商業化とリスク処理¹⁾

羽 原 敬 二

(関西大学)

目 次

- I はじめに
- II 宇宙開発事業の変遷と宇宙運送システムの商業化
- III ロケット打上げ事業商業化の基盤整備
- IV ロケット打上げ事業におけるリスク処理システムの事例—米国のシステムとその特徴について—
- V おわりに

I はじめに

国際宇宙ステーションの建設が軌道上ですでに始まり、移動体通信用の低軌道衛星が移動するなど、宇宙開発の状況は大きく変わり、新たな段階に入ろうとしている。とくに、打上げロケットは、これまで国が中心となって開発してきたが、既存の大規模な航空宇宙メーカーの他に、長年宇宙開発に携わってきた技術者たちがハイテクベンチャー企業を設立し、次々とロケット市場に参入するように、民間企業が人工衛星を打上げることが可

1)

「宇宙の商業化と宇宙輸送システム (STS) 構築」の報告内容に基づいている。匿名の論文査読の先生方からは有益なご指摘をいただいた。ここに記して感謝の意を表したい。しかし、本稿に関する責任は、一切筆者個人に帰するものである。

能となりつつある。さらに、太陽系の遠隔地にある衛星へ向けて飛行する宇宙船の開発も進められている。

こうした中で、ロケットや宇宙船で輸送する人工衛星、人員、および物資などペイロード (payload)²⁾ を地上から一定の軌道まで低コストで運び上げる運送システムの確立は、すべての宇宙開発活動を推進させる最も重要な技術基盤であると考えられる。広範で多様な宇宙開発活動を自在かつ安定的に遂行していくためには、効率的な宇宙運送システム、すなわち宇宙機打上げシステムの確立が不可欠の前提であり、宇宙輸送需要に弾力的かつ適切に対応しうるよう、これまでも継続的に宇宙運送システムの技術開発が行われてきた。

打上げシステムの構築を含めて、宇宙活動には、国がその開発プロセスを先導すべき要因が多くある。これは、宇宙開発が、基礎的研究開発の促進、国際協力の推進、宇宙インフラストラクチャーの整備など、国の政策として行うべき内容を有していることに加え、①巨額の資金が必要とされること、②リードタイムが長期にわたること、③研究開発に伴うリスクが大きいことなど、民間企業の負担能力を超える事情がその開発プロセスに存在するためである。

しかしながら、事業が開発成果の応用・利用段階に至った場合には、公共の利益に反しない限り、漸次商業化されるのが自由主義経済の基本であり、これは宇宙活動にも当てはまることである。欧米の宇宙先進国においても、宇宙開発活動の成果を民間部門で利用することにより、開発投資の活用範囲を拡大し、継続的生産を通じた技術力・信頼性の維持・向上、国家予算の制約を超えた事業活動領域の展開を図ることを目指して、宇宙活動の商業化・産業化が積極的に押し進められている。わが国においても、これまでのロケット技術の蓄積・成熟度からみると、これを商業利用または産業利用へと宇宙開発の成果を応用・発展させ、新しい産業の創出に繋

2) 打上げ機に搭載して宇宙空間に投入される物資および人員を総称してペイロードと呼ぶ。

げることが十分可能な段階に至っていると判断される。

このような状況に鑑み、本稿の目的は、宇宙活動における商業化の現状分析に基づき、宇宙空間の運送システムに付随するリスクをどのように処理すべきかについて、技術、法律、財務の観点から検討することである。

そもそも、国際運送事業の根源は海運事業にあり、今日もその根幹をなしている。この海運事業の研究に学びながら、新たな分野の運送システムについて考察することは意義があると考ええる。なぜなら、運輸産業としての生成・発展の面から、海運事業の理解なくしては、他の交通輸送機関の展開を本質的に把握し、そこに存在する課題を、将来への正しい展望をもって適切に解決することはできないと洞察するからである。以下、この認識のうえに立って、わが国の宇宙産業が、国際競争に勝ち残り、成長していくための方策をリスクマネジメントの視点から探ってみることとする。

II 宇宙開発事業の変遷と宇宙運送システムの商業化

1 宇宙開発事業の推移

米国と旧ソ連が宇宙開発を巡って激しい競争を繰り広げていた時代は、冷戦終結とともに過ぎ去り、国防上の意義も薄れつつある。そのため、現在は、資金投入の焦点が、宇宙の探査から宇宙の商業利用へと移ってきており、宇宙開発事業の商業化³⁾と経済的な宇宙運送システム（Space Transportation System ; STS）を構築するため、各国の宇宙機関や民

3) 商業宇宙法の制定 1997年5月に提案された米国商業宇宙法が、上院による修正案可決、下院による上院案再可決などを経て、1998年10月28日、正式に成立した。同法は、米国の商業宇宙産業を発展させることを目的としており、国際宇宙ステーションの商業利用推進、ペイロード研究者が打上げ機を選択し政府が費用負担を保証するローンチバウチャープログラムの永続化、米国のGPSを世界標準とする大統領の政策支援、NASAによる民間データ調達の推進、スペースシャトル民営化の可能性についての計画作成、余剰大陸間弾道ミサイルの宇宙輸送機としての再利用、などが盛り込まれている。

間企業が新たな取り組みを始めている。こうした宇宙活動の多様化、高度化、複雑化、および量的拡大の結果、宇宙運送システムの手段であるロケットには、さまざまな軌道へ、さまざまな重量のペイロードを、最適の方法で輸送することが求められ、コスト・パフォーマンスや多機能性が主要な国際競争要因となっている。

近年の宇宙開発の流れからみると、次のような変化が読み取れる。

(1) 国威発揚・国家主導型の国家プロジェクトによる宇宙開発から国際協力型の共同プロジェクトによる開発へ

新しい宇宙フロンティアを開拓する計画は、月面基地の建設や火星への有人飛行など大型化することになるため、国際宇宙ステーションの建設に代表されるように、参加各国が資金を分担し、技術協力する国際共同態勢で推進していくことが必須要件になると考えられる。

(2) 商業化と個別化の展開へ

国の宇宙開発機関だけが、巨額の費用を投じて宇宙開発に取り組む時代は、冷戦の終結とともにすでに終了したといえる。個別研究・開発機関、民間企業、個人などによってロケットや衛星を製造し、打上げることが可能となってきている。通信・放送事業の分野では、すでに商業衛星が打上げられているが、その他の領域でも急速に展開しつつある。とくにハイテクベンチャー企業群がロケット市場に参入を試みたり、小型衛星の開発・打上げが普及し始めている。

(3) 政府主導から民間主導へ

初期の宇宙開発事業では、宇宙関連プロジェクトはリスクが大きいため、国家による実施が前提であったが、信頼性の向上に伴って民営化が押し進められている。

(4) 宇宙開発事業から宇宙産業へ

宇宙開発は、探査から今やハードウェアおよびソフトウェアの開発・製造だけでなく、衛星の運用に至るまで幅広い分野の技術から成る知識集約型の産業となっており、その市場は国内ではなく国際市場が参入対象であ

る。したがって、国際協力によって進められる要素の多い産業でもある。

2 宇宙運送システムの動向

酸素補給のない宇宙空間への輸送システムとしては、現在ロケット推進の利用が唯一の方法である。宇宙空間へのアクセスに必要な宇宙運送システムは、宇宙開発事業を自在に展開していくうえで、各種のミッションを達成するためのインフラストラクチャーである。

宇宙空間へ物や人を運ぶ輸送手段であるロケットの打上げ市場は、現在多極化の様相を呈しているが、以下のような要件が求められている。

（1）多様化するミッションへの対応

輸送需要に対応して要求される打上げ能力および柔軟性を拡大することが求められている。

（2）輸送のコスト削減，即応性，運用能力

製造，試験などの効率化による大幅なコスト低減，および増加しつつある民間衛星も含めた衛星輸送サービスに向けての即応性が要求されるようになってきている。⁴⁾

（3）単段式・完全再使用型・宇宙輸送機

ロケットに代わって宇宙運送システムの主流となるスペースプレーンを目標とした飛翔技術の開発が，将来における必須の条件となっている。

4) 国際協力体制として可動式の海上浮遊打上げ基地が建設されている。米国のボーイング・コマーシャル・スペース，ロシアのコロリョフ・ロケット宇宙公社エネルギヤ，ノルウエーのクバーナ・マリタイム，ウクライナのユズノエ国立設計公社とユズマシュ生産協会が共同で建設・運用する合併会社シーロンチ社を設立。可動式の洋上発射台からロケットを発射し，低コストで商業衛星を打上げる方式を考案した。ロケット打上げ海上基地は，排水量3万4000トンの海上石油掘削用リグをロケットの発射台に改造したもので，ハワイ南方の太平洋赤道域に設置され，カリフォルニア州の専用港から専用船を用い，ロケットと衛星を海上輸送する。赤道域は地球の自転による遠心力が最も大きくなり，その分重力が減殺されるため，他の地域で打上げるよりも，ロケットに積み込む燃料を軽減でき，コストを抑えられる利点がある。

3 宇宙往還システムの構築

米国では、宇宙との往還手段として、往路をロケットで、帰路はカプセルで回収したアポロ時代のシステムから、部分再使用のスペースシャトルへ移行し、さらに完全再使用型打上げロケット (RLV; Reusable Launch Vehicle)⁵⁾ の飛翔技術が研究・開発されている。本格的に宇宙開発を進めるには、輸送コストの軽減と同時により一層の安全性と確実性も要求され、さらに効率的に人員や物資を宇宙空間へ往復輸送する運送用具の開発が必要となる。

日本では、未だ使い切り型打上げロケット (ELV; Expendable Launch Vehicle)⁶⁾ による往路の手段のみで、帰路の手段は有していない。今後、多種多様な宇宙活動の要求、とくに回収要求に応じるためには、低コストの宇宙往還輸送技術を開発・運用することが不可欠である。21世紀には、通信衛星や観測衛星などによる情報の提供活動に加えて、宇宙ステーションへの輸送および人工衛星への軌道上におけるサービス活動のために、宇宙利用活動の高度化、多様化、量的拡大が進むことにより、地上と宇宙空間との間で人員や物資の輸送需要が増大することが予想される。したがって、経済性のある宇宙往還輸送機が重要な役割を担うことになる。

宇宙往還運送システムの構築に関しては、現在米国で以下のような民間宇宙開発プロジェクトにより、新型ロケットが開発・製造されつつある。

5) 従来型の多段式ロケットは、使い切った補助ロケットや燃料タンクを次々と切り離しながら加速する多段式で、部品を再利用しないため、使い切り型打上げロケットと呼ばれる。これに対して、再使用型ロケットでは、1段で軌道まで到達し、全部を繰り返し使用できるSSTO (Single Stage to Orbit; 単段式再使用型宇宙往還機)が最適な形態である。

6) 米国ではこれまで宇宙輸送システムにおいて、使い切り型ロケットが開発・運用されてきたが、スペースシャトルが実用段階に達したのに伴い、1984年10月に制定された「商業宇宙打上げ法」に従って、民間企業が、衛星打上げ用の使い切りロケットの製造から衛星の打上げサービス提供に至るまでの業務引き受けられるようになった。チャレンジャー事故および1986年8月のスペースシャトル商業衛星打上げサービス撤退声明以後、ロケット製造企業が次々と商業打上げ市場へ参入しだした。

(1) ベンチャースター

ロッキード・マーチン社が開発中の次世代シャトル実証実験機X-33を基本設計として実用化を目指し、スペースシャトルの後継機候補となっている。最大の特徴は、リニア・エアロスパイク・エンジンで、地上から宇宙空間に至るまでいずれの高度においても、従来のロケットより効率的な燃焼ガスの噴射ができる。

(2) キスラー再使用型ロケット

キスラー・エアロスペース社の完全再使用型K-1 ロケットは、ロシア製エンジンを搭載する2段式ロケットである。1段目は、打上げ基地上空で切り離された後、パラシュートで減速させ、エアバッグを用いて地上に降下させる。2段目は、軌道高度に達してペイロードを放出した後、同様にパラシュートとエアバッグを使って着地させる。繰り返し100回飛行でき、打上げまでの準備期間が9日で済むように設計されている。動力源は、ケロシンを液体酸素で燃焼させることにより、推進力を生み出す液体ロケット方式で、安価な液体燃料を使用している。

(3) ロートン・ロータリーロケット

ロータリーロケット社が開発中のロケットで、ロータリーロケット・エンジンが使われ、垂直に離陸する。重くて高価なターボポンプが不要なため、ロケットが軽量化でき、1段で軌道まで到達可能である。ペイロードを放出した後は、ロケットの底を地表面に向けて大気圏に再突入し、小型ロケットを用いて大型回転翼を高速回転させることにより減速し、地上に軟着陸する。

(4) ヘビー・スペースプレーン

スペースアクセス社が開発中の大型スペースプレーンで、イジェクター・ラムジェットエンジンを搭載し、ジェット機のように滑走路を使って離着陸する。イジェクター・ラムジェットエンジンにより、マッハ6まで加速すると、液体酸素で燃料を燃焼させるロケットエンジンに点火、マッハ9まで加速する。その段階で、機体の前部を開口し、中に格納していた小型

2段ロケットを放出する。小型ロケットの先端に人工衛星が搭載されており、予定の軌道まで運び上げられる。目的を果たしたスペースプレーンは、航空機と同様に滑走路に着陸する。放出された小型ロケットも各段に翼が付いており、それぞれ基地に帰還できる。

(5) ケリー・アストロライナー

ケリー・スペース・アンド・テクノロジー社が実用化を目指して開発を進めている航空機に搭載して、空中から発射する方式を用いている。ロケットは離陸を自力で行わず、別の航空機に搭載され高度6.1kmまで上昇する。その時点で、ロケットエンジンの状態を点検し、問題がなければロケットを点火、高度122kmまで上昇する。不具合が発見されれば、ロケットを点火せずにそのまま基地に帰還する。

III ロケット打上げ事業商業化の基盤整備

宇宙開発は、21世紀の戦略的かつ国際的インフラストラクチャーであり、陸・海・空に次ぐ第4のインフラストラクチャーとして商業化とメガコンペティションに対応することが求められている。したがって、新たなビジネス・チャンスに積極的に参加するべく、先進技術開発で国際的に主導権を握る態勢が不可欠である。

ロケットの商業打上げサービスが事業として成立するために解決すべき課題は、①事業成立の前提となる制度的枠組みと射場や打上げ条件にかかわる物理的制約の問題、および②打上げ事業の国際的な長期的市場展望に立った需給動向にかかわる経済的問題である。これらの問題を打上げ事業主体の立場から分析すると、リスクマネジメント上次のような取るべき対策が明らかとなる。

(1) 国による打上げ許可の付与

プロポーザルに国の打上げ許可を要求する事例もあり、少なくとも契約時点では、打上げ許可が得られており、宇宙開発事業団に打上げを委託す

る場合も含めて、打上げの状況が明確になっていることが必要である。これに関しては、欧州では「アリアンの生産段階に関する宣言」により、米国では「商業化法」により、それぞれ規定されている。

（２）国際的に競争力のあるロケット販売価額の設定と信頼性確保

ロケット打上げサービスの価額は、ロケット製造原価、打上げ費用、インターフェイス調整費用、保険料の総合計となる。このうち、ロケット製造原価と打上げ費用の占める割合が大きいが、これらの費用は、いずれも受注数との関係で低下する要素である。

信頼性は、商業化に際してマーケティング活動の面から不可欠な要素である。統計的には、これまで一般的に１号機から５号機までの失敗率が高いとされているが、信頼性の向上は、コストと相関関係があることを考慮しなければならない。

（３）民間需要動向を考慮したロケットの多様性向上

ロケット打上げサービスの価額は、ロケット製造原価、打上げ費用、インターフェイス調整費用、保険料の総合計となる。このうち、ロケット製造原価と打上げ費用の占める割合が大きいが、これらの費用は、いずれも受注数との関係で低下する要素である。衛星開発の傾向を把握した上で、それに対応するため、できるだけ早い段階で必要なインフラストラクチャーの整備を実施する必要がある。

世界の衛星打上げ需要動向を見ると、衛星の大型傾向は鈍化し、電子機器部品の小型化および打上げリスク分散の考えから、個別のユーザーが小型衛星を保有し、衛星は全体的に小型化の傾向にある。この小型化によって衛星の複数打上げ（dual launch, piggy back）が増加していることが挙げられる。他方、わが国のロケット打上げ市場においては、ユーザー側の衛星に対するさまざまなニーズに対応できるだけの打上げ能力を備えたロケットの種類別設定ができておらず、ユーザーのニーズに柔軟に対応できないという制約が存在する。したがって、今後、民間ロケット打上げ需要動向を踏まえ、多様な打上げ需要に対応可能な運送手段の拡大、打上げ

機の低コスト化を図るべく、宇宙輸送技術開発を進めることが必要である。

(4) 打上げ保険制度の改善

ロケット打上げ事業は、ロケット技術そのものに起因するリスクが大きく、打上げ失敗などにより第三者に対する損害および自己の資産に対する損害が填補される適切なシステムが機能しない場合、健全な打上げ事業の発展は望めないことになる。通常、これらのリスクについては民間の保険により担保されるが、ロケット打上げ事業の場合、保険金額が巨額となり、かつ付保件数が極めて少ないという特徴を有するため、民間保険市場のみでは安定した引受け条件が得られにくい状況にある。保険料は打上げコストを構成する重要な要素であり、かつ極めて変動的な要素でもある。このため、欧米の実状を踏まえつつ、一定限度額以上は、宇宙損害賠償条約に基づいて打上げ国政府が補償するなど、民間の保険では引受けられないリスクを国が担保するような措置（宇宙損害補償基金制度）が必要とされる。

(5) 柔軟性のある打上げ能力の確保

現在、わが国の打上げ施設は、宇宙開発事業団（NASDA）種子島宇宙センターと宇宙科学研究所（ISAS）鹿児島宇宙空間観測所（内之浦）の2か所であるが、打上げ可能期間は限定されている。今後、ロケット打上げ産業の健全な発展のためには、ユーザー側の計画変更や代替打上げ要請などに柔軟に対応できるような環境整備を図ることが必要である。具体的内は、次の点について早急に対処・実施することが求められる。

① 打上げ時期の拡大と柔軟な対応

ユーザーは提案要求（RFP; Request for Proposal）において打上げ日を指定してくるため、これに対応するためには、射場の制約条件に基づいて打上げ時期の柔軟性を確保できるシステムを検討することが必要である。打上げ時期の制約については、最先端技術を開拓する宇宙開発・利用を支えるロケット打上げ事業の重要性を認識し、さまざまな見地から関係当事者での協力が要請される。

②打上げ設備能力の向上

整備組立棟、射座点検塔などの設備を増強することにより、ロケット打上げ能力を引き上げることが可能となる。今後は、設備面の増強をはじめ、前工程、後工程等での作業内容など、総合的に打上げ設備能力の向上が要求される。

③打上げ場所の拡充

打上げ能力増強のためには、新たな射点の構築が最も重要な課題である。種子島における打上げ施設拡充以外に、まず国内の他の地域における新たな射場の建設（北海道、沖縄）について検討しなければならない。これについては、新たな事業主体による打上げ射場の整備を可能とする法制面および税制面の措置も併せて考慮することが要件である。

（6）民間へのロケット技術移転制度の整備

ロケット打上げ事業の成立にあたっては、政府の研究開発の成果である技術が円滑かつ適切な対価で民間に移転されることが不可欠である。技術移転の条件は、欧米における技術移転制度の実状、わが国におけるロケット打上げ商業化の目的などを踏まえつつ、欧米の打上げ産業と対等の競争ができるための環境整備を図るべきである。具体的には、以下の要件を実現することによって達成されうると考えられる。

①技術移転の相手方について、合理的理由のない差別または制約が存在しないこと

②技術移転の対価および徴収時期については、欧米の実状を踏まえつつ、民間における宇宙開発・利用活動を拡大・発展させるという考え方に沿って決定されること

③技術移転を全うするために必要となる国による相手方業務の一部受託（打上げ業務受託）、国の施設・設備の利用（打上げ射場の利用）に関する対価については、国の側に新たに追加的に発生する費用（実費）のみが徴収されること

(7) 宇宙条約と整合性のある打上げ事業法の制定

わが国の民間企業がロケットの打ち上げ事業主体となる場合、宇宙空間における非政府団体の活動は国による許可および継続的監督が必要である旨規定する宇宙条約および自国の領域から宇宙物体が打上げられた打上げ国は自国の宇宙物体により引き起こされた損害につき無過失責任を負う旨規定する損害賠償条約との関係から、国内法上の措置を整備することが必要になる。これら条約に関してわが国の義務を果たすためには、ロケット打上げサービスの商業化の前提として、以下の事項について規定する打上げ事業法を制定することが基盤要件となる。

① 打上げの定義

政府以外のすべての打ち上げを含む概念とすること。

② 非政府団体が行う宇宙活動の許可および継続的監督の義務

③ 非政府団体が行う宇宙活動による宇宙物体の登録制度

④ 国家管轄権の領域外適用

国家は、自国の民間商業打上げに関連して、民間企業の国籍国としての国際責任を有するため、国籍国が、自国の法人の領域外での活動を管理する義務を規定すること。

⑤ 損害賠償責任保険規定

国内的な責任分担に関する仕組み、賠償責任限度額、および国に対する補償能力を確保するための保険制度に関して規定すること。

宇宙損害賠償条約上、第三者損害賠償に関する国際責任は、打上げ国または国籍国に一本化され、国家間で損害賠償が行われるのが原則である。このため、国内的には自己の活動により損害を生じさせた非政府団体が国に対して補償を行う仕組みの整備が必要となる。

(8) ロケット技術の国際交流および事業提携の推進

ロケット技術の開発は、巨額の資金を必要とする事業であり、本来的には国際協力が求められるべき分野である。今後のロケット打上げ市場のさらなる発展のために、わが国としては、先進国だけでなく、将来宇宙開発・

利用の拡大が予測される発展途上国をも含めたロケット技術の交流・移転および事業提携に関する国際的条件を確立し、国際的な宇宙活動に貢献する体制を作りあげることが重要である。

IV ロケット打上げ事業におけるリスク処理システムの事例 —米国のシステムとその特徴について—

1 米国の打上げ事業に関する損害賠償制度

米国では、財務および技術面で信頼できる民間企業には、免許を得て商業ベースによる人工衛星の打上げ事業を行う権利が認められており、射場設備の保全・運用または打上げ事業を行う企業は、まず政府の認可を得る必要がある。そのため、米国政府は、免許条件に該当する打上げ事業者に、主としてカリフォルニア州およびフロリダ州の政府が所有するロケット打上げ施設を提供している。

米国の商業打上げ事業に関するリスク分担の仕組みは、連邦法で定められている。すなわち、米国はいわゆる宇宙関係4条約⁷⁾に加入しており、国内措置として、米国法律49号、承認2601号および1990年続編で改正された商業打上げ法（The Commercial Space Launch Act; 以下CSLAと称する）を有している。同法により、商業打上げ事業者のリスク分担は、①打上げ事業者、米国政府、およびその他打上げに関与する者の第三者賠償責任保険（または同保険に代わりうる支払い能力を有することの証明）、②打上げ事業に関連して使用される米国政府の資産（打上げ施設）に関する財産保険、③打上げ事業者等への損害賠償請求に対する15億ドルを上限

7) 宇宙条約（「月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用における国家活動を律する原則に関する条約」）、救助返還条約（「宇宙飛行士の救助及び送還並びに宇宙空間に打上げられた物体の返還に関する協定」）、損害賠償条約（「宇宙物体により引き起こされる損害についての国際的責任に関する条約」）、および登録条約（「宇宙空間に打上げられた物体の登録に関する条約」）の宇宙に係する条約が4本、国連において採択され、世界の主要な国がこれを受諾している。

とする填補、および④打上げ事業に関与する全関係当事者相互の契約による損害賠償請求権放棄、の4点について定められている⁸⁾。

CSLAのもとでは、米国の打上げ事業者は、商業宇宙運送室（The Office of Commercial Space Transportation; 以下OCSTと称する）が決定する保険金額により自社とすべての打上げ事業参加者のために第三者損害賠償保険および米国政府の資産損害に対する保険を付することを求められる。ただし、OCSTが付保を要求する保険金額または填補限度額は、第三者損害賠償保険については5億ドル、政府の資産損害に対する保険については1億ドルが限度となっている。米国政府は、15億ドルを限度として、第三者損害賠償責任保険により填補可能な金額を超過する第三者損害賠償責任を負担するとともに、1億ドルを超える米国政府の資産損害を負担する。

重要な原則としては、すべての打上げ事業参加者は、認可された打上げの結果被った損害を事業者間で互いに請求しないことに合意しなければならない。この求償権放棄の目的は、損害賠償請求の発生する範囲を制限することにより、責任関係を簡略化するとともに、複雑なクロス・クレームから生じる訴訟費用を抑えることにある。

2 第三者損害賠償責任

CSLAは、打上げ事業者に対して第三者賠償責任保険を付すること、または同保険に代わり得る他の支払能力を有することの証明により、第三者⁹⁾により起こされた損害賠償請求に対してOCSTが定める填補限度額までの支払いができるようにしておくことを要求している。この金額は、打

8) これらCSLAが定める商業打上げ事業に関するリスクマネジメント機能は、スペースシャトルによる衛星打上げのために定められたリスク分担制度が原型になっている。

9) CSLA第4条(11)では、「第三者」は、米国政府とその機関、打上げ事業者とその顧客、ならびに以上の元請け事業者および下請け事業者以外の人または団体すべてを指すと規定している。

上げ事故から生じる発生可能最大損害額（maximum probable loss）とされる金額に基づき、OCSTによって定められている¹⁰⁾。個別の打上げにおける発生可能最大損害額は、打上げロケットの種類、搭載衛星、打上げ場所、打上げ軌道、および他の要素を勘案して、OCSTが算定することとされている。

CSLAは、OCSTが要求する填補限度額に上限を設定しており、一打上げ事業者が1回の打げについて要求される第三者賠償責任保険の最高填補限度額を5億ドルとしている。さらに、CSLAは、要求された填補限度額の第三者賠償責任保険を世界の保険市場で妥当な保険料で取得することが困難な場合には、妥当な保険料で取得可能なこれより低い填補限度額の第三者賠償責任保険でもよいとしている。なお、CSLAは、取得された第三者賠償責任保険が打上げ事業者だけでなく、打上げ事業関係者、すなわち打上げ事業者の顧客、米国政府およびその機関、ならびにこれらいずれかの元請け事業者または下請け事業者をも保護するものでなければならないと定めている。

以上のように、一つの保険証券で、打上げ事業に参加するすべての関係当事者を対象とすることの利点としては、①打上げ事業参加者すべてがCSLAの要求に従った妥当な保険による保護が得られること、②損害賠償請求が発生した場合、損害賠償処理および交渉手続きを一つにまとめられること、③打上げ事業参加者が同種の保険を各々個別に手配しようとした

10) OCSTは、米国運輸省（The Department of Transportation； DOT）内に創設された部局で、商業打上げ事業に対して、安全保証、打上げ認可、打上げミッションの審査など、許可・監督する任務を担う組織である。商業打上げ事業を行おうとする企業は、OCSTの認可を取得する必要がある。OCSTは、複数の打上げおよび準備活動を対象とするプログラム・ライセンスを認めている。このライセンスにおいてOCSTは、打上げ準備活動と打上げにつき、それぞれ別個の保険を求めている。打上げ準備活動に対する保険については、打上げ準備開始の時点から、またはライセンス期間（2年間）を通じて有効でなければならない。打上げに対する保険については、ロケット点火の時点に開始し、ペイロードを軌道投入してから30日後まで有効でなければならないとしている。

場合には、保険市場の引受け能力を逼迫状態にするおそれがあるが、これを回避することができること、④全事業参加者を一括して対象とする保険契約の提供によって、事故が発生した場合に、参加事業者相互間での損害賠償請求 (cross claim) により、互いに賠償責任を追及しあう複雑な紛糾事態の発生を抑制できること、が挙げられる。

打上げ事業者は、保険に代わるものとして第三者賠償責任保険に対する支払能力の証明を提示して対応することもできるとされているが、保険以外の手段が採られた事例はない。第三者賠償責任保険の保険期間について、CSLAは、商業打上げ活動の開始時に始まり、その活動が完了する時点、または個別の許可ごとに定める期間まで有効な契約であることを求めている。典型的な例としては、「衛星を軌道に投入してから30日」と定められている。保険期間終了後に許可された打上げ活動から生じた第三者損害賠償責任については、米国政府が15億ドルを限度として損害賠償額の支払責任を負うこととなる旨を、OCSTが定めている。さらに、複数の打上げを一括して認可するプログラム・ライセンス (program license) については、射場における打上げ準備活動と打上げ活動を区別し、打上げ準備活動に関しては、プログラムが継続する期間 (2年間等) を保険期間とすることを求めている。

填補限度額を超える第三者賠償責任が生じた場合には、CSLAは、填補限度額の超過額15億ドルを限度として、打上げ事業者またはその他の打上げ参加事業者に代わり米国政府が支払いをすることを定めている。第三者賠償保険の填補限度額および超過額15億ドル以上の損害賠償責任については、打上げ事業者またはその他の打上げ事業参加者がすべて責任を負う。CSLAが付することを要求する保険も、米国政府が超過分について第三者に対する損害賠償の補償責任を負担する義務も、認可を受けた打上げ活動に起因する第三者賠償責任に対するものに限られる。

政府資産の利用については、CSLAは、公共の利用には不必要となった政府の打上げ施設の民間による利用促進を定めている。さらに、利用の対

価を直接費用として、商業打上げ活動に明確に関連するもので、かつ商業打上げが行われない場合には、米国政府により負担されないであろう実際の費用と定義している。なお、米国政府は、政府の衛星打上げに関しては、自国の打上げ事業者のロケットを使用するものとしている。

3 打上げ事業参加者の責任

CSLAは、打上げ事業者、米国政府、打上げ事業者の顧客、ならびに以上の元請け事業者および下請け事業者に対し、相互間の損害賠償請求権の放棄を要求している。すなわち、事業参加者が、認可された打上げ事業から生じる自社の財産損害または従業員の死亡もしくは傷害について、各々自社で責任をもつことに合意することが必要であると規定している。この打上げ事業参加者相互間の損害賠償請求権を放棄する規定は、CSLAが意図するリスクマネジメント機能を効果的に実現するうえで重要な役割を果たしている。同規定の目的は、①打上げから生じる可能性のある損害賠償請求の範囲を制限すること、および②打上げ事業参加者が、それぞれ自社の損害賠償責任を処理するために保険を手配するという重複と無駄を省くことにある。

OCSTは、これらの権利放棄が適切に実行されるよう、米国政府、打上げ事業者、およびその顧客との間で、各打上げごとに別途合意文書を作成する必要があるとしている。この合意文書は、各事業参加者が相手の参加者ならびにその元請け事業者および下請け事業者に対して有する可能性のある損害賠償請求権を放棄し、同様の請求権放棄をすべての段階で自社の元請け事業者および下請け事業者にまで拡張すべきものとされている。ただし、これらの権利放棄は、打上げ事業参加者とその契約者である元請け事業者およびその下請け事業者との間に直接存在する契約に関する権利および義務の履行を妨げるものではない。

打上げ事業の履行に関する打上げ事業者の顧客に対する責任は、一般的に、打上げロケットエンジンの最初の点火をもって完了したものとみなさ

れる。ただし、打上げ事業者は、種々の再打上げ保証制度または払戻保証制度を用意している。顧客は、追加費用の負担なく再打上げを選ぶか、または再打上げのために支払う追加費用のことを考慮に入れて、打上げ費用の返還を求めるか、を選択することができる。しかし、米国の打上げ事業者においては、打上げが失敗した場合に、搭載衛星や収益の喪失に対する損害の支払いなど広範囲の保証を提供することは一般的ではない。

4 政府の資産損害

CSLAは、打上げ事業者に対して商業打上げ活動に起因して米国政府の資産に与える可能性のある損害を担保する保険（またはその他の支払い能力を示すもの）を付するよう要求している。打上げごとに打上げ事業者に要求される保険金額は、事故が発生した場合の発生可能最大損害額の見積り額を基に算定している。1回の打上げ事故の発生可能最大損害額は、OCSTが事故の結果として受ける可能性があり、当該打上げに使用される政府の建造物および機械設備等の合計価額に基づき設定する。米国政府の資産に損害を生ぜしめた事故による支払い保険金の金額を受け取るとされている。

第三者損害賠償責任保険の場合と同様に、CSLAは、財産保険についても法的制限を設けている。打上げ事業者が付保を要求される保険金額は、1億ドルを限度とするとされている。同保険金額の財産保険を世界の保険市場において妥当な保険料で取得することが困難な場合には、1億ドル以下の保険金額が定められる。

1回の事故で生じた政府の資産損害が、保険で填補される金額を超過した場合には、米国政府は、打上げ事業者およびその他の打上げ事業参加者に対する超過分の損害賠償請求権を放棄することとなっている。

V おわりに

先進技術の技術開発と経済は、相互に作用し合いながら発展してきたが、近年、技術の波と経済の波のサイクルはより短くなっている。次の経済発展のためには、新たな技術開発が一層重要である。宇宙産業は、高度な要素技術とともに多種多様な技術を組み合わせるシステム・インテグレーション技術を有する国が世界をリードすることになる。技術進展の早いこの分野では、先進技術のレベルアップが遅れると、新たなビジネス・チャンスに参加できず、後追い国として海外の技術や企業に頼る、国際的な下請け事業者または部品供給業者になることは明らかである。

商業打上げは、宇宙開発の技術が直接的にビジネスに結びつく典型的な事業である。ロケット打上げ事業の商業化を推進する意義については、欧米の打上げサービスを実施している民間事業者の存在する国際市場に、わが国の民間打上げ事業者が参入するという視点からみれば、以下のような意義と効果があると考えられる。

まず、競争原理の導入により、ある意味で寡占的な打上げ事業分野へ質的な面での市場メカニズムを導入する効果が挙げられる。すなわち、サービス供給の多角化により衛星事業者の選択余地が広がり、本質的に民間活力を通じたコスト低減とリスク分散が図られる。さらに、この動きが、通信・放送事業のようにすでに商業利用が先行的に進展している分野にとっては、これをより促進する方向に作用するだけでなく、宇宙環境利用などの未成熟な分野における潜在的な需要を掘り起こす効果があると考えられる。実際に、わが国の打上げ事業がこれまで蓄積してきた技術力と信頼性をもって市場参入し、従来の打上げロケットを補完することは十分可能である。

欧米の事例でもみられるとおり、ロケット打上げ事業が成立するためには、他産業と比べて政府の果たす役割が大きい。しかしながら、わが国では、ロケット打上げ事業を円滑に実施するための特別の法的保障制度が確

立されておらず、政府技術の民間移転に係わる一般的な枠組みも、米国と比べて産業の側に不利な状態にある。このため、ロケット打上げ事業を具体的に展開する場合においては、商業化を目指した開発プログラムの実施、国が保有する打上げ関連施設（射場）の適切な条件による使用、およびこれまでに開発されてきた技術の活用などに関連して、打上げ事業者が国際的な観点から適切な支援措置を受けられるようにすることが不可欠である。同時に、公的金融や税制上の優遇措置による支援も制度として確立される必要がある。

〔主要参考文献〕（順序不同・敬称略）

NASDA NEWS, 宇宙開発事業団総務部広報室。http://yyy.tksc.nasda.go.jp/Home/News/News-j/newssubindex-j.html

米航空宇宙局 (NASA) http://www.nasa.gov/

欧州宇宙機関 (ESA) http://www.esrin.esa.it/

編集代表 栗林忠男『解説宇宙法資料集』慶應通信, 1995年。

Nathan C. Goldman, *American Space Law: International and Domestic*, 2nd ed., Univelt, Inc., 1996.

Pamera L. Meredith and George S. Robinson, *Space Law: A Case Study for the Practitioner*, Martinus Nijhoff Publishers, 1992.

1999 Reusable Launch Vehicle Programs & Concept, Associate Administrator for Commercial Space Transportation, January 1999.

Commercial Space Transportation Quarterly Launch Report, Federal Aviation Administration, 1999.

第3章 アジア地域の宇宙開発・利用システムと その法的基盤の形成に対する日本の貢献

羽原 敬二*

目 次

- I. はじめに
- II. 宇宙開発の意義と日本の役割
- III. 宇宙開発事業の展開基盤の形成
- IV. 宇宙産業クラスターの創成
- V. 日本における宇宙産業クラスターの形成と展開
- VI. アジア・太平洋地域における宇宙利用の進展
- VII. おわりに

I. はじめに

宇宙の実利用は、電話、テレビ放送、データ通信、移動体通信、気象・天気予報、カーナビゲーション等、事業としては、通信・放送、リモートセンシング、および測位に集約され、情報通信分野を中心に広がりながら、すでに世界中で市民生活や企業活動に不可欠な産業基盤として定着している。もし現在軌道上にある衛星が突然機能を停止した場合には、世界中の通信網は大混乱に陥り、天気予報も行えず、ナビゲーション・システムが使用不能になるなど、宇宙開発・利用の成果は、われわれの日常生活の中に深く入り込んでおり、宇宙活動への取組みは今日世界中で着実に進んでいる。宇宙活動国は、宇宙条約をはじめとする法的枠組みの中で商業化を進めているが、これらの国際法上の義務をどのように実現

* 法学研究所研究員・商学部教授

させるかについては、各国の国内法制により決定される。¹⁾

わが国では、宇宙開発委員会法（1986年）と宇宙開発事業団法（1969年）の二つの組織法で対応しているが、商業的宇宙活動の進展に伴い、実体法の整備・充実が今後求められると考えられる。したがって、アジア²⁾ および太平洋地域での宇宙通信や地球観測を含め、さまざまな宇宙空間利用に関する事業の展開や国際協力体制および法的整備については、検討すべき重要な課題が多くある。

宇宙活動に関しては、宇宙産業の健全な発展を図るべく、宇宙条約をはじめとする多数国間条約が締結されており、わが国もこれらの条約に加入し、これに伴う国際的義務および責任を負っている。しかしながら、わが国では、現在これらの宇宙関係条約に対応した国内法は未制定であり、条約上の責任については、既存の国内法を運用することにより対処することとされている。したがって、今後民間によるロケット・衛星打上げサービス事業の自由化・商業化につれて、関連する国内法の整備を行い、民間による宇宙利用の促進と宇宙輸送の実用化に備えることが必要となる。（図1）

宇宙産業は、東西冷戦の終結後、諸外国における政府の宇宙開発計画が縮減される一方、通信・放送衛星や地球観測衛星などを中心とする民間宇宙機器市場における国際競争は激化しており、各国の宇宙産業は国際的連携・協力の強化をはじめ、新たな対応が求められている。特に、わが国においては、宇宙産業が民需や海外の需要に主体的に対応する商業的な宇宙関連活動を実施していくための基盤となる法制度を確立しなければならない。

宇宙を利用したサービスは、広域を対象とするものであり、わが国にとって地理的・経済的に関係の密接なアジア諸国に対し、宇宙利用による情報通信網の構築などの社会インフラストラクチャーを提供するための協力・支援体制を確立することは、アジア地域の通信インフラストラクチャーの構築や環境・エネルギー問題の解決を通じて、経済発展に有効な手段を提供することになる。したがって、わが国の位置付けと経済的特性から、アジア・太平洋地域に対象範囲を拡大し、これらの地域における国土管理、災害監視、地球環境監視、衛星インターネット、

マルチメディア、アジア圏測位システム、次世代ITSなどの宇宙利用ニーズに対応した情報通信システムの便益提供を図る「アジア国際協力衛星ネットワーク」を整備することが考えられる。

このような国際的枠組みにおける宇宙開発・利用を推進する施策として、宇宙産業の国際競争力の強化を図るために、宇宙産業クラスターを日本国内に創成するとともに、宇宙商業化を目指した国際協力体制を形成・維持するための金融上の優遇・支援措置である国際宇宙開発銀行（International Space Development Bank; ISDB）、および補償能力を確保するための宇宙開発事業に伴うリスク処理システムである宇宙損害補償基金制度（International Space Indemnity Fund; ISIF）を創設する時期にきている。

以上のような宇宙開発・利用に関する状況を認識し、本稿では、特にアジア地域におけるこれらの問題解決およびさらなる事業展開の基盤整備について日本の立場から考察することとする。

（注）

- 1) 英国宇宙法（1986年）、スウェーデン宇宙活動法（1982年）、米国商業宇宙打上げ法（1984年、1988年1994年、および1998年）、地上遠隔探査商業法（1984年）などの国内法制がある。内容的には、宇宙開発先進国である米国の国内法制が最も詳細な規定を備えている。特に、商業打上げ法では、米国の宇宙活動関連産業の保護育成を図る国家政策が反映されている。
- 2) ここでいうアジアは、一般的な定義により、狭義のアジアとしての北東アジア、東南アジア、インドの3地域に加え、広義のアジアとしての西アジアと中央アジアを含む5地域をいう。

II. 宇宙開発の意義と日本の役割

わが国の国益の点からみて、宇宙産業は、安全保障と経済に果たす役割の重要性を考えれば、戦略産業と位置付け、強力に支援する政策が必要である。米国および欧州連合が、国益を前面に押し出し、官民一体で戦略的に宇宙開発を推進す

ることに対抗するためには、民間企業が持てる潜在能力を発揮できるような体制を整える国家戦略が確立されていなければならない。すなわち、宇宙に関連するフロンティア産業が今後成長していくには、民間の力だけでは限界があり、国家が主導しつつ戦略的に取組むことが不可欠である。とりわけ、宇宙空間の実利用の進展を背景とした商業衛星市場への参入、通信・放送、地球測位、地球観測、国際宇宙基地利用などの新たな領域における国際優位性および国際市場での主要な地位を確保することが期待される。

わが国が超高性能の資源探査・環境情報調査衛星を独自で所有することは、外交戦略上も極めて重要である。これらにより得られた情報を公開し、常に客観的情報に基づいて外交を行うことは、資源や環境に関してあらゆる1次情報を有する米国と対等の立場での交渉を可能にするため、国益に繋がるものとなる。

欧州連合(EU)は、民生利用に的を絞った独自の全地球測位システム(GPS)を2008年までに整備する計画として「ガリレオ航法衛星システム」¹⁾を打ち出している。欧州諸国が、米国の技術に依存したままでは技術開発に遅れをとると判断したためである。1国でGPSを構築することは不可能でも、欧州各国が費用を分担して推進すれば、米国、ロシアに次ぐ新たな相互補完システムとして十分対抗できるとみており、衛星打上げに関与する欧州各国の宇宙企業の発展が期待できる。さらに、信号の受信に必要な専用装置も欧州企業が独自に受信機を開発することにより、宇宙機器製造販売でも主導権を握る考えである。具体的には、陸海空のナビゲーション、資源探査、犯罪者の追跡、測量支援による地域・都市計画の策定、津波警報など種々の利用を想定している。わが国でも、非静止軌道を用いてアジア・太平洋地域を網羅でき、かつ現用のGPSとも相互補完・融合を図ることができる通信・測位複合システムの構築は実現可能である。²⁾

日本が自立してアジアで主導的役割を果たすためには、対米追従から脱却し、キャッチアップ型のシステムを排除することにより、アジア地域の経済成長へ貢献することが必要である。その前提条件として、アジア諸国に宇宙開発・利用に関連する技術移転を進めることを通じ、国際的貢献に戦略的に取組むことが求め

られる。先端技術に関する対外貢献はコストもかかるが、アジア諸国の支持と信頼を獲得し、交渉力を発揮するための条件である。

したがって、宇宙開発事業をさらに推進する目的は、まず日本の最先端技術を向上・維持させるためである。産業連関および産業構造の面から、宇宙産業のような高度の先進技術力を要する事業は、それによって国の産業力の基盤を強化することにつながる。

宇宙産業技術は、幅広い分野の先端技術を結集する総合技術であり、かつ高信頼性技術であることから、付加価値産業の創出、他産業への波及、先進性・新規性などの特徴を有している。他方、宇宙科学技術の平和利用による人類共通の知的資産と生存基盤の確保および社会経済基盤の拡充の観点からみても、衛星通信システム、資源開発、地球環境問題への対応といった国際貢献には不可欠な手段である。³⁾

先進技術の技術開発と経済は、相互に作用して発展してきたが、近年、技術の波と経済の波のサイクルはより短くなってきている。したがって、次の経済発展のためには、新たな技術開発が一層重要となる。とりわけ、高度な要素技術とともに、多種多様な技術を組み合わせるシステム・インテグレーション技術が、国際的な主導権を握るには非常に重要な要素である。

宇宙開発は、21世紀の戦略的かつ国際的インフラストラクチャーであり、陸、海、空に次ぐ第4のインフラストラクチャーとして、商業化と競争に対応することが求められている。今後の宇宙開発の意義は、第4のインフラストラクチャーとして、もし日本が宇宙開発を縮小・中止した場合に、国民が被る国家的不利益を的確に認識する必要がある。

今後日本が宇宙開発を放棄または中止した場合には、以下のような事態が生じると考えられる。⁴⁾

- (1) 第4の戦略的インフラストラクチャーとしての宇宙開発事業は、すべて海外の技術および企業に依存することになる。すなわち、このことは、先進技術の水準を引き上げることが遅れる結果、技術開発では後追い国になり、日本の宇

宇宙産業全体が世界の宇宙開発関係事業の単なる部品供給業者または下請け事業者となることを意味する。

- (2) 先進技術開発で国際的に主導権をとることができず、他国に追随することとなる。
- (3) 新たなビジネス・チャンスに参加することが困難となる。
- (4) 宇宙開発分野は技術進展が早いため、一度市場より撤退すると、再参入は不可能となる。
- (5) 日本以外の国で今後宇宙開発事業を積極的に推進する国としては、中国をはじめとして、インド、イスラエル、ブラジルが必ず台頭してくることが確実である。
- (6) 宇宙開発の技術力がないと、国際的な要求に応じることができず、他国と同等以上の国際協力および貢献ができないことになる。
- (7) 他国に依存していると、自国で自由にロケット打上げ計画を遂行することができなくなるなど、宇宙開発事業の展開が自在にできないことになる。
- (8) 先端科学の可能性を追求することにより、他の惑星における人間の活動範囲・生活圏の拡大およびエネルギー・資源開発の推進など、地球上の問題解決の可能性が減じられる。
- (9) 宇宙は防衛上の観点からも重要で、国家の安全保障（national security）に関しては、他国に依存することができないため、自力による宇宙技術の開発・運用ができないと、他国の脅威に対応不可能な事態が生じうる。
- (10) 具体的な事例として、独自にロケット開発ができなければ、日本が宇宙分野で世界を先導できる数少ない事業である宇宙太陽発電においては、技術実験衛星を自由に打上げることができず、さらに、将来発電施設を建設するために宇宙空間へ効率的に物資を輸送する手段を確保することもできなくなる問題が生じる。宇宙ステーションでの実験に関しても、同じことがいえる。

(注)

- 1) 欧州宇宙機関 (ESA) が欧州連合 (EU) の支援を受けて推進する開発・整備計画である。12時間で地球を一周する衛星ガリレオを18個打上げ、世界中のGPS受信機に必要な電波信号を送るシステムであり、実用時点の測位精度は米国の次期システムと同等の1メートルとされる。わが国の場合は、精度をさらに高められる。
- 2) 米軍が管理するGPSサービスに頼りすぎると、安全保障上の問題が生じる可能性がある。この点からも、アジア圏測位システム (Asia GPS) 構想の実現は、重要性をもつ。
- 3) 宇宙開発委員会『我が国の宇宙開発の中長期戦略』平成12年12月14日、5-6ページ。
- 4) 社団法人経済団体連合会『経団連 宇宙政策ビジョン わが国宇宙開発・利用体制の改革と宇宙利用フロンティアの拡大』2000年6月20日、経団連 宇宙開発利用推進会議『宇宙 宇宙開発・利用シンポジウム 欧州宇宙政策調査ミッション 特集号』No.48、2000年3月31日。

Ⅲ. 宇宙開発事業の展開基盤の形成

1. 国際共同組織の構築

ロケット打上げ事業は、ロケット技術そのものに起因するリスクが大きく、打上げ失敗などにより第三者に対する損害および自己の資産に対する損害が填補される適切なシステムが機能しない場合、健全な宇宙開発事業の発展は望めないことになる。通常、これらのリスクについては民間の宇宙保険制度により担保されるが、ロケット打上げ事業の場合、保険金額が巨額となり、かつ付保件数が極めて少ないという特徴を有するため、民間保険市場のみでは安定した引受け条件が得られにくい状況にある。保険料は、打上げコストを構成する重要な要素であり、極めて変動的な要素でもある。したがって、宇宙開発を国際的に円滑に推進するためには、民間の保険事業では引受けられない一定限度額以上のリスクについては、国際協力・連携体制に基づく宇宙開発事業のリスクマネジメント・システムとして、宇宙保険制度の補償能力を拡大するため、超過リスクを処理する国際宇

宙損害補償基金（International Space Indemnity Fund; ISIF）の設立を世界に対して求め、実現していく施策が必要である。

宇宙開発事業は、優れて国際的な活動であり、国際協力体制のもとで推進すべきものである。国際連合の宇宙空間平和利用委員会（Committee on the Peaceful Uses of Outer Space; COPUOS）は、宇宙空間の探査および平和利用における国際間の技術・法律上の諸問題に関する基本原則や宇宙開発の利益を等しく享受するための国際協力などについて審議を行っているが、より一層の国際対応が必要とされる。そこで、国際民間航空機関(ICAO)のような国際機関を設置し、各国が実施する商業宇宙輸送を規制する法規の体制が世界的に同一であるようにすることが求められる。

さらに、宇宙商業化を目指した金融上の支援措置としての国際協力・推進体制を構築するためには、国際宇宙開発銀行(International Space Development Bank; ISDB)を設立する必要がある。

各機関の参画者、出捐者、構成者としては、航空・宇宙機器製造業者、ロケット・衛星打上げサービス事業者、各国政府機関、自治体、金融機関、保険業者、放送事業者、電気通信事業者、衛星通信事業者、建設業者、情報処理・提供業者、セキュリティ業者、旅行業者、情報通信機器製造業者、気象関係機関、運輸業者、物流業者、興行業者、レジャー産業関係業者、医薬・化学薬品業者、農林水産業者、素材製造業者、エネルギー供給業者、公益事業者、郵政事業者、航空管制機関などが世界的なネットワークで考えられる。

(1) 国際宇宙損害補償基金（International Space Indemnity Fund; ISIF）の
目的と機能

- ① 宇宙開発事業・計画に伴うさまざまなリスクを処理すること
- ② 世界的規模で宇宙保険の引受能力を増大させること
- ③ 民間の宇宙保険制度を補完するシステムとして、1回の事故で一定額を超える支払が発生したときには、その超過部分を負担する超過損害額再保険方式により運営される国際保険機構を形成すること

④ 宇宙ビジネスを推進・支援するためのシステムとして機能すること

(2) 国際宇宙開発銀行 (International Space Development Bank; ISDB) の目的と機能

- ① 宇宙活動の商業化・実用化を促進すると同時に宇宙産業を活性化させること
- ② 宇宙開発事業に対する投資を促進するとともに投資効果を高めること
- ③ 世界的規模で資金を調達することにより、宇宙開発計画の安定遂行に寄与すること
- ④ 宇宙利用・開発に対する投入資源と投資資金の効率的運用を図ること
- ⑤ 宇宙開発事業における民間主導の基盤を構築すること
- ⑥ PFI (Private Finance Initiative) の導入を支援すること
- ⑦ プロジェクト・ファイナンスとして、宇宙開発事業の収益性を評価し、各事業計画を遂行するために、開発型証券化の手法により資金調達を支援すること
- ⑧ 宇宙開発・利用事業に関して、政府に金融上の優遇・支援措置を要請すること
- ⑨ 金融・税制上の措置を改善することにより、宇宙開発・利用に対する民間の技術開発および設備投資を促進すること

(3) 国際宇宙輸送開発機関 (International Space Transportation Development Organization; ISTDO) の目的と機能

- ① 国際連合の宇宙空間平和利用委員会 (COPUOS) の機能を拡充する組織を形成すること
- ② 人類共通の利益をもたらす宇宙開発を進めるにあたり、国際的な活動秩序を整備すること
- ③ 地球規模の問題に対応した国際的な計画を立案・遂行すること
- ④ 多国間協力の枠組み、行政機関間の政策協議、宇宙機関間の連携、人材の育成など、多様な方策による宇宙活動協力体制の確立

- ⑤ 宇宙利用協力を中心に、平和目的の宇宙開発の浸透と発展をもたらす信頼関係を構築すること
- ⑥ 宇宙の平和利用に関する各国間の意見を調整することおよび協力体制を構築すること
- ⑦ 将来の宇宙輸送システム、宇宙ミッション、社会・経済基盤の形成に必要な先端技術開発およびシステム技術の国際協力による研究開発を推進すること
- ⑧ 民間活動のリスク低減に必要な技術開発および法制度、財政、税制等の経済環境条件を整備すること
- ⑨ 宇宙活動に関する技術標準、データベース、ガイドライン、運用システムなどの世界的な共通化および相互運用性を検討し、問題解決に取り組むこと
- ⑩ 宇宙活動の基盤を強化するとともに宇宙産業を促進し、宇宙活動に関与する関係当事者間の利害を調整すること
- ⑪ 国際宇宙ステーション計画、地球環境監視、大型宇宙科学計画等を共同実施する方策を立案・遂行すること
- ⑫ 宇宙の開発・利用に向けられる資源と投資の無駄を回避すること
- ⑬ 有人・無人の完全再使用型宇宙往還輸送システム構築に付随する問題を国際的に処理すること

2. ロケット打上げ射場の新規建設・整備

ロケットの飛行安全を考えた場合、ロケット打上げ時には、第三者に危害が及ばないようにすることが最も重要な課題となる。ロケットの打上げ成功率は、世界的に見て、90～95%程度で、失敗のうち一定割合は必ず地上に損害を及ぼす可能性がある。すなわち、エンジンの途中停止、飛行方向のずれ、安定喪失などの現象が生じることによる。特に、無人ロケットは、10～20回に1回の割合で失敗することが現状であり、事故を考慮して安全対策を講じる必要がある。現在の日本

の状況においては、万一安全性に不安があると、安定した事業運営はできない。今後、宇宙利用の商業化を目指したインフラストラクチャーの整備が必要とされ、とりわけ、ロケット打上げ射場の建設・整備は最も重要な基盤要件である。

射場の候補地は、太平洋に面していることおよび射場の東側に海があることが条件である。赤道上空36,000キロメートルの静止軌道に衛星を打上げるためには、日本から東の空へ向けてロケットを打上げなければならない。ロケットは、打上げられてまもなく、燃焼を終えたブースターや第一弾ロケットを分離する。この燃え殻は地表に落下してくるため、射場の東側は、人が居住や活動をしていない砂漠または海でなければならない。

静止軌道へ人工衛星を打上げるためには、ロケットの射場は、赤道直下または可能な限り赤道に近いことが望ましい。なぜなら、ロケットは、地上を離れて上昇した後、東の方向へ飛翔しながら高度を上げて、いったん高度200キロメートル弱の低軌道、すなわちパーキング軌道に入る。人工衛星は、ロケットにより、パーキング軌道を6分の1週ほどして、ハワイ南方の赤道に達したところで、高度36,000キロメートルの静止軌道へ上昇するための楕円軌道、すなわちトランスファー軌道へ移り、楕円軌道の遠地点で方向を変え、地球の赤道面と同一面の静止軌道に入っていく。ロケットの射場が赤道に近いほど、ロケット打上げに地球の自転速度を効果的に利用できる。ロケットの射場が赤道上に位置していれば、パーキング軌道もトランスファー軌道も赤道（0緯度）と同一面で、静止軌道に上昇するためには効率がよい。

したがって、打上げる人工衛星の利用上の用途によって、地理的条件はそれぞれ異なるが、ロケット射場の具備すべき条件としては、次の要素を考慮しなければならない。¹⁾

① 位置

- ・ 静止衛星の場合、打上げ位置は低緯度ほど有利であり、日本領土内で、できるだけ赤道に近いこと
- ・ 東南方向の発射に対して陸上、海上、航空の安全に支障がなく、発射方向に

障害物がないこと

② 土地の形状

- ・必要な用地面積が早期に入手でき、土地造成が容易なこと
- ・発射台用地は、平坦で、数十万㎡の広さがあること
- ・人口の密集した地域からできるだけ離れていること、および周辺に保安区域が設けられること

③ 交通・輸送環境

- ・危険物および重量物など資材を安全かつ円滑に輸送できること

④ 気象条件

- ・晴天日が多く、風が弱いなど、打ち上げに支障のない気象条件であること

⑤ 通信状態

- ・電波障害が少なく、通信関係施設の整備が容易であること

⑥ 公共設備の利用

- ・電力および水源が確保できること

⑦ セキュリティ

- ・破壊行為、妨害、および機密漏洩の可能性がないこと

現有の射場については、以下の問題点が指摘されており、改善の余地がなく、将来の発展可能性を阻害すると考えられる。

① 立地条件の不利

種子島宇宙センター²⁾の打上げ能力に関しては、地元沿岸漁業者との協定により、出漁期の春と秋は打上げができず、予備日も含めて年間打上げ可能期間は190日に限定されており、年間の打上げ機数は最高8機である。射場は通年利用が可能で、ある衛星の打上げ計画に遅れが生じたとしても、他の衛星打上げ予定に影響を及ぼさないことが前提要件である。

② 大規模空港の必要性

大型ジェット機を使った人工衛星の空輸が可能な空港が必要であるが、種子島の空港は小規模である。

③ サービス産業としての特性欠如

ユーザーに利便性の高い衛星打上げサービスを提供することが、商業衛星打上げ競争においては重要な要因となる。

④ 地理上の制約

衛星の大型化に伴い、ロケットにもより高い打上げ能力が求められているため、できるだけ赤道に近い地点から打上げるほうが効率もよく、ロケットの能力が向上する。

⑤ セキュリティ対策の不備

射場の中を公道が通っており、ロケット打ち上げ時に、破壊行為や妨害の可能性を完全に排除できないこと。

以上のような現状から、ロケットおよび人工衛星の大型化を考慮すると、打上げ設備能力の拡充および増強のため、国内において種子島と内之浦以外に適切な打上げ施設を新たに構築する必要がある。以下の理由から北海道と沖縄が最適な候補地と判断される。

① ロケット打上げ時の危害を回避・最小化することを考慮し、周囲10キロメートル程度（最小範囲として5キロメートルは必要である）の無人地帯を確保することが可能な地域であること。

② 種子島宇宙センターと鹿児島内之浦は、小規模で老朽化しており、今後の発展可能性を考えると、施設の能力として不十分であること。

③ 種子島と内之浦は、科学ミッションのための小型衛星を打上げるロケット基地として存続させ、北海道と沖縄は、民間事業組織が維持・運営する構想（PFIの活用など）により開発する。

米国のケープカナベラル宇宙基地でも、ロケット開発の民間資本参加により、軍事関係者の参加が減少してきている状況が見られる。

③ ロケットの大型化、衛星の多様化により、輸送上の問題を解決するため、空港に近接した場所に射場、ロケット打上げ基地を設け、24時間直接空港よりロケット本体、衛星、資材、および機材・部品等の搬入・搬出を可能にする。

ること。

- ④ 職員の家族や外国からの研究員、駐在員、宇宙関係企業、宇宙開発事業関係者を招くことができるような日常生活基盤・居住環境の整備（レストラン、ホテル、娯楽施設、リゾート地）を実現すること。
- ⑤ 地元の産業育成に貢献し、最先端技術の地域創造により地元の雇用促進と経済効果を得るなど、地域振興・再生事業として役立つこと。
- ⑥ 地元の大学に宇宙工学、宇宙開発関連の講座やコースを設置して、人材の養成と現地での人材調達をはじめ研究機関として利用できること、および卒業生の供給および研究協力体制を確立すること。具体的な例としてはそれぞれ、北海道大学、室蘭工業大学、北見工業大学、北海道情報大学、札幌大学、北海道工業大学、公立はこだて未来大学、千歳科学技術大学、北海道東海大学、琉球大学、沖縄大学、沖縄国際大学、などが挙げられる。
- ⑦ アジアの中心として活動可能な地域であること。

(1) 北海道南部（十勝圏、襟裳岬から大樹町周辺）（図2）

対象：太陽同期衛星（地球観測衛星、偵察衛星など低・中高度衛星）の場合
軌道傾斜角が大きく、かつ高度800 km程度

理由：ロケットを南側に向かって真っ直ぐに打上げられる地点が必要となるため。

今後ロケットが大型化した場合、種子島からロケットを打上げると、第一段目（フェアリング、第一段目燃料タンク）が、落下地点としてフィリピン沖へ落下する可能性が高くなる。したがって、飛行安全の点から、できる限り日本の北部から打上げることにより、日本の領海内に落下させることが求められる。日本の付近で早く規定の高度に到達できると、フィリピン、インドネシアやオーストラリアの上空通過時の安全性がより向上し、万一の場合でも国際問題になることを未然に防止できる。

米国では、安全上の理由から、打上げ基地をバンデンバーグ空軍基地（ロスアンゼルス近郊）からアラスカへ移設中である。

(2) 沖縄本島東側（南大東島等を回避することが必要）（図3）

第3章 アジア地域の宇宙開発・利用システムとその法的基盤の形成に対する日本の貢献

対象：静止衛星（通信・放送衛星など静止軌道衛星、高高度衛星）

理由：軌道傾斜角が小さく、静止軌道へ効率よく打上げるためには、できるだけ赤道に近づける必要があるため。

- ① ジャンボジェット機の離発着可能な空港が近接して存在しているかまたは建設可能であること。人工衛星の輸送時間が短縮され、商業上有利となるため。
- ② 港湾が整備されており、大型船舶が接岸できること。ロケットの輸送が有利になるため。
- ③ 台湾、中国や韓国に近く、娯楽のための小旅行ができるため、打上げが延期された場合でも、時間を過ごせる観光地が近くにあること。発注者や作業者が再度訪れることを望むこともありうる。
- ④ 打上げ施設外部および周辺において24時間体制の生活環境（ホテル、レストラン、ショッピングセンター、レクリエーション施設等）が整備可能であること。
- ⑤ 沖縄は、アジア・太平洋の中心に位置しており、世界でも有数の美しい海に囲まれているため、国際的なリゾート地として、世界各国から研究者および技術者が集まり、快適に生活するとともに研究活動を推進する環境を整えるのに非常に適した場所であること。
- ⑥ 米軍の返還地を利用することが可能であること。

（注）

- 1) 科学技術庁研究開発局監修『宇宙開発ハンドブック』社団法人経済団体連合会宇宙開発推進会議、1991年、500ページ。
- 2) 種子島宇宙センターは、種子島の東南端に位置し、中型・大型ロケットの打上げが中心である大崎射場、小型ロケットの打上げが中心である竹崎射場、および増田宇宙通信所、野木レーダーステーション、宇宙ヶ丘レーダーステーション、光学観測所などの関係施設、液体ロケットエンジン・固体ロケットの地上燃焼試験等を実施する開発関連施設を有する総面積約860万㎡の射場である。

IV. 宇宙産業クラスターの創成

1. 産業クラスター形成の意義

マイケル・ポーターにより「クラスター (cluster)」という国や地域の経済・産業の再構築および競争力強化に関する新しい考え方がすでに紹介され、21世紀の新たな産業戦略の方向性および産業界と行政の役割・政策について一つの指針として評価されている。¹⁾

クラスター (cluster) とは、群れ、固まり、葡萄などの房、または同種の人・物の集合・集団を意味する。そこから派生して、産業クラスターとは、ある特定の分野で競争力のある産業や技術を核に、相互に関連した企業や関連機関が地理的に近接して有機的なネットワークを確立することにより、技術革新能力や新規事業創出能力を生み出す高次元の集積形態と定義される。したがって、クラスターは、特定分野における関連企業、専門性の高い供給業者、関連業界に属する企業、および関連機関（大学、業界団体等）が地理的に集中し、競争しつつ同時に協力している状態をいい、互いに結びついた企業と機関からなるシステムは、その全体としての価値が各部分の総和よりも大きくなるとされる。²⁾

従来の産業集積の概念は、核となる事業や製品を中心に、それに関連する企業が集まり、主として工程間の分業に基づき事業の相互補完を図るものであった。これに対し、マイケル・ポーターが提唱する産業クラスターの概念は、従来の概念に加え、異業種、異分野の企業や研究機関、支援機関などとも地理的に近接しながら有機的なネットワークを形成するものである。ポーターは、こうした産業クラスターを一定の地域に創出することにより、地域の産業は競争優位を保つことができる」と説いている。

クラスターの地理的な広がりには、一都市や都市圏から地域全体または国全体にまで及ぶこともありうる。クラスターを形成する企業や機関には、ある特定の製品やサービスを生み出す企業以外に、製品やサービスの下流産業、部品製造業者、

補完製品製造業者、専門教育・研究機関、大学、行政・支援機関などが含まれる。マイケル・ポーターは、国や地域が成功するのは、単独の企業によってではなく、垂直・水平の関係で結合されたクラスターにおいて成果を得られた結果であると述べている。すなわち、地域産業を単体で考えるのではなく、集積した企業の連携・協働組織およびネットワーク型の産業組織を前提に、競争力強化の手段を提案している。クラスター理論では、クラスターという高次化した産業集積を基盤とすることによって、企業間の競争関係や技術、情報が他分野へ波及する効果（spill over）を動的にとらえることができる点が重視されている。

クラスターにおいて、イノベーションが生まれるためには、以下の4つの要件から成り立つシステムが必要であるとされる。

① 要素条件

熟練労働者、技術基盤など、人的資源、物的資源、知的資源、研究開発・行政・情報インフラストラクチャーといった専門性の高い生産要素の状況

② 需要条件

製品やサービスに対する顧客ニーズの構成および性質

③ 関連産業・支援産業

地域内における国際的な競争力を有する供給産業とその他の関連産業や支援産業の存在

④ 産業戦略・競合関係

地域内における強力な競合相手の存在

これらの4つの要件がクラスター成立のための基礎条件であり、相互に強化しあい、動的に増殖しながら、産業の競争優位が生じる。すなわち、この4つの要件から成り立つシステムがクラスター内部で醸成されたとき、イノベーションが進展し、さらに競争力のある産業が育成されていくことになる。とりわけ、根幹をなすのが要素条件であり、クラスター内部でイノベーションが生まれる過程が重要で、共創の視点が不可欠となる。企業が持続的な競争優位を築くためには、地域において特化した資源や潜在的な可能性を重視すべきであることが指摘され

ている。クラスターの発想で新しく産業集積を構築することは、地域の持つ独自性や強みというものをどのような形で具体的に産業の活性化に活かしていくべきかを考えることである。したがって、それぞれ得意分野を有機的に結びつけ、新たな創造性を発揮することが必要である。とくに、クラスター内部でイノベーションが生まれるためには、異業種企業、大学・研究機関、産業支援機関・組織などとの連携または地域コミュニティとの連携を視野に入れた共創の戦略が求められる。さらに、イノベーションが新しい可能性を生み出していくには、市場開拓や事業化を念頭においた企業間の協働取組みおよび協力調整を行う組織や人材の育成が欠かせない要件である。

産業クラスター創成の狙いは、産業競争力強化のため、競争力を有する企業や技術を核として、その周辺に関連施設および機関を集積させ、シナジー効果を最大限に発揮するシステムを創りあげることである。つまり、集積効果を最大化するように立地や背後にある地域資源とのかかわりを深め、地域特性を最大限に活かした集積形態の産業クラスターを形成していく必要がある。

現在、日本では北海道、東北、中部、九州の4地域が、地理的特徴と既存の研究機関や企業を活用することにより、航空・宇宙産業を集積させるべく誘致計画を提案している。これらの地域を集約すれば、北海道・東北、中部、沖縄・九州となる。

沖縄と北海道は、地域産業を活性化させるために、企業や研究機関を外部から誘致することによって推進される誘致型の産業振興策となるが、中部地域は、地場企業が中心となって地域内から新しい事業を引き起こそうとする内発型の産業振興策である。しかし、いずれも、世界および全国を対象としたグローバル性を持つ産業クラスターの創成となる。（図4）

2. 宇宙産業クラスター（Japan Space Cluster）の形成目的と活動（図5）

宇宙産業・サービス分野を一つの総合体としてとらえた宇宙産業クラスターは、宇宙開発事業を取り巻く環境が大きく変貌しつつあるなかで、全体の発展を意図

した横断的な産業戦略を展開することを可能とする対応策である。すなわち、わが国の官民一体となった取組みにより、宇宙機器製造事業、宇宙輸送・サービス事業、宇宙利用事業など、広義の宇宙産業の構造改革を推進し、一層の活性化、シナジー効果の発揮を通じて、わが国に世界の宇宙産業センターを確立する一連の宇宙産業戦略といえるものである。

国の競争力は、天然資源、労働力、金利、通貨価値などではなく、その国の産業において新規事業を起こし、発展させる能力によって決定され、国内の強力な競合他社、本拠地の積極的な供給業者、要求水準の高い顧客などの存在は、競争力向上の点で価値があるとされる。技術革新（innovation）は、新しい製品・生産技術等ハード面の開発、斬新なマーケティング、教育・訓練・研修方法等新たなビジネス手法の導入、新しい市場機会の開拓などによって実現される。国の役割は、グローバルな競争が激化し、競争の基盤が知識の創出・蓄積へとシフトしていくなかで、増大しているといわれる。

宇宙産業にかかわるさまざまな問題を解決し、産業の活力と競争力を維持向上させるためには、各事業者の個別努力では限界があり、航空をも含めた宇宙産業全体で改革に取り組むことが必要である。その実現のためには、官民一体となった宇宙産業全体の改革推進およびその達成目標を宇宙産業クラスター構想としてまとめることに大きな意義がある。宇宙産業クラスターにおいては、宇宙産業の発展および競争力の維持を図り、国内外において新規事業を開発・振興し、クラスター内の協働プログラムを推進することが目的となる。

具体的な活動は、クラスターの有機的な結合作用（cluster effect）により、産業全体の再構築・競争力の強化・発展を図る産業戦略として、組織により種々の展開が考えられるが、基本的には以下のようなものとなる

- ① 宇宙産業の重要性を広く国民に認識させるために、報道機関を通じて効果的な広報活動を行うこと
- ② 宇宙産業クラスターを認知させ、宇宙関連企業を誘致すること
- ③ セクター間の横断的協力、官民の情報交換のプラットフォームを提供する

こと

- ④ 若年層の採用、教育プログラムの整備を通じて、宇宙関連産業における人材を確保・養成すること
- ⑤ 宇宙産業クラスターを開発するための調査研究を実施すること
- ⑥ 顧客のニーズに合った宇宙利用サービスを提供すること
- ⑦ 良質で低価格の宇宙輸送サービスを提供すること
- ⑧ 通信・放送事業に対応すること
- ⑨ わが国の宇宙産業の活力・競争力を強化・向上させること

(注)

- 1) 濱田哲「欧州における海事クラスター・アプローチの現状－欧州における海事クラスター調査を中心として－」、財団法人海事産業研究所『海事産業研究所報』No. 414, 2000年12月号, 21－41ページ。

海事クラスターは、運輸省海上交通局『日本海運の現況』（海運白書）（平成12年版2000年7月）で取上げられ、国土交通省海事局『海事レポート』（平成13年版、2001年7月）でマリタイムジャパンとイメージ図が紹介されて、積極的な評価が示されたことから、わが国の海運事業関係者の間で注目されだした。欧州で近年用いられるようになった海事クラスター・アプローチ（海事産業・サービス分野を一つの総合体としてとらえた海事クラスターの有機的な結合作用により産業全体の再構築・競争力強化・発展を図る産業戦略）が、マリタイムジャパン構想として紹介されている。

マリタイムジャパンは、わが国官民一体となった取組みにより、海運、船員、造船、船用工業、港湾運送、船級、船舶金融、海事法務等、広義の海事産業の構造改革を推進し、その一層の活性化、シナジー効果の発揮を通じて、わが国を世界最大級の海事センターとして再生する一連の産業戦略をいう。

杉山武彦「海事クラスター概念とその周辺－概念と産業政策上の意義について－のノート」, 財団法人山縣記念財団『海事交通研究』2001年第50集, 55－75ページ。

- 2) マイケル・E・ポーター著、竹内弘高訳『競争戦略論 I』ダイヤモンド社, 2000年。

第3章 アジア地域の宇宙開発・利用システムとその法的基盤の形成に対する日本の貢献

マイケル・E・ポーター著、竹内弘高訳『競争戦略論Ⅱ』ダイヤモンド社、1999年。

Michael E. Porter, *On Competition*, Harvard Business School Press, Boston MA, 1998.

Michael E. Porter, *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press, 1987.

マイケル・E・ポーター著、土岐坤他訳『国の競争優位』ダイヤモンド社、1990年。

マイケル・E・ポーター著、「特集 戦略の本質」『ハーバード・ビジネス』ダイヤモンド社、1997年2/3。

V. 日本における宇宙産業クラスターの形成と展開

1. 北海道宇宙産業クラスター (Hokkaido Space Cluster) 構想

北海道は、わが国宇宙開発産業の集積に適した立地環境の優位性が認められる地域である。北海道航空宇宙産業基地構想は、北海道の広大な用地を有効に活用することにより、大型ロケットの打上げだけでなく、将来の宇宙往還機やスペースプレーンの離発着に対応する施設を備えたフライトセンターを核にして、各種宇宙開発実験研究施設の誘致および関連する航空・宇宙機器産業、宇宙利用産業の集積を図り、総合的な航空宇宙産業の拠点を形成しようとするものである。

(1) 既存の組織と取組み状況

① 北海道航空宇宙産業基地研究会議

1985年9月、道内に航空宇宙産業基地を誘致、建設することを目指して、産官学の連携のもとに北海道航空宇宙産業基地研究会議が設立された。現在、道内外および海外において宇宙開発関連事業の調査・啓蒙活動を通じ、宇宙産業基地の実現に向けた取組みが行われている。

② 北海道宇宙工学懇談会

1989年、北海道大学、室蘭工業大学、北海道工業大学の研究者・技術者により、北海道航空宇宙産業基地形成に対して学術的な観点から支援するため、北海道宇

宙工学懇談会が組織化された。

③ 室蘭航空宇宙産業を考える会

1986年12月、室蘭地域の人材や施設・技術を有効に活用し、北海道の航空宇宙産業基地構想の実現を目指すため、産官学連携のもとに20団体が集まり、室蘭航空宇宙産業を考える会が設立された。室蘭地域は北海道を代表する重化学工業地域であり、室蘭工業大学の航空宇宙関連講座開設をはじめ、世界的規模の地下無重力実験センターなど航空宇宙産業を支える条件に恵まれている。これまで、地域一体となって研究開発施設および航空宇宙関連産業の集積を実現すべく活動している。

④ 苫小牧東部圏航空宇宙産業基地研究会

1986年7月、苫小牧東部地域に航空宇宙開発関連施設や産業の誘致を目指し、関連する苫小牧、早来町、厚真町の1市2町の自治体および企業などの団体により、苫小牧東部航空宇宙産業基地研究会が設立された。苫小牧東部地域は、北海道の中央南部太平洋に臨む勇払原野に位置しており、広大な用地、豊富な電力、用水の確保に優れた立地条件を有している。その他の優位性としては、大型港湾が整備され、新千歳空港に隣接した臨海臨空の工業地域であることが挙げられる。地域内においては、推力中断試験、固体ロケットモータ衝突実験や指令破壊実験がすでに実施されている。

⑤ 十勝圏航空宇宙産業基地構想研究会

1986年8月、ロケットやスペースプレーンの発着基地となるフライトセンターを中心とする航空・宇宙産業基地実現を目指して、十勝航空宇宙産業基地構想研究会が設立された。構想予定地域は、広大な十勝平野の南部に位置し、東南の方向に太平洋が広がる地理的条件や、晴天日が多く、風が弱いなどの気象条件のほか、帯広空港および十勝港などの交通基盤も整備されており、日本の航空宇宙関連の実験・開発の拠点として優れた立地環境を有している。同研究会には、十勝管内の自治体や議会をはじめ、経済界、産業界、金融機関、教育関係、青少年、婦人など広範な団体の代表が参加し、地域の住民と連携して21世紀の宇宙計画の

展望、北海道と十勝圏の果たすべき役割について理解と啓蒙を図るため、関係省庁への要請および調査・研究活動を展開している。

⑥ 大樹町多目的航空公園

1995年10月、航空宇宙関連の実験をはじめスカイスポーツなどに利用できる大樹町多目的航空公園が開設された。十勝の南部に位置する大樹町の太平洋に面する東部地域に敷地面積47ヘクタールの中に、全長1,000m、幅60mの滑走路、格納庫、管理棟、緑地広場が整備されている。大樹町周辺は晴天が多いこと、風が弱いこと、雪が少ないことなど宇宙開発基地として良好な気象条件に恵まれている。地形的にも東から南方向に海が望め、海岸線に沿って平坦な地形が30km続いている。交通の利便性の点からは、重要港湾の十勝港が近接しており、帯広空港は、東京からジェット機で90分、大阪から120分、名古屋から110分で結ばれ、大樹町まで車で40分である。

ドルニエ実験用航空機を使用した宇宙往還機航法誘導制御技術等に関する飛行実験を実施するなど、大樹町の当該施設は、宇宙往還機関連の研究開発に関する本格的な実験用飛行基地として今後も利用される計画である。

⑦ 株式会社地下無重力実験センター(JAMIC; Japan Microgravity Center)

1991年、閉山した炭鉱の立て抗を活用し、実験カプセルを490メートル落下させて、約10秒間、宇宙空間と同じ微小重力状態を生み出す世界最大規模の地下無重力実験センターが上砂川町に設置された。新素材、エレクトロニクス材料、バイオテクノロジーなど創造的研究開発のための基礎実験や宇宙開発の予備実験を目的として、これまでに約3000回以上の落下実験が内外の研究者によって行われ、無重力環境を利用したさまざまな分野での実験および研究により、新プロジェクトや医薬品の開発をはじめとする新技術・新規産業の創出につながる先端的な宇宙技術の研究開発施設として運用されている。

(2) 北海道における宇宙産業クラスター創成の関連組織

北海道経済部企業立地推進室企業誘致課、北海道総合通信局、郵政省通信政策局、北海道企業誘致推進会議、北海道市長会、北海道町村会、北海道開発局（国

土交通省)、北海道経済産業局、日本政策投資銀行、株式会社北洋銀行、株式会社北海道銀行、株式会社札幌銀行、地域振興整備公団、財団法人北海道科学産業技術振興財団、北海道経済連合会、北海道商工会議所連合会、北海道商工会連合会、北海道電力株式会社、日本貿易振興会北海道貿易情報センター、北海道土地開発公社、北海道建設業協会、財団法人日本立地センター、財団法人農村地域工業導入促進センター、財団法人道央テクノポリス開発機構、苫小牧港開発株式会社、北海道宇宙科学技術創成センター(設立予定)

2. 沖縄宇宙産業クラスター(Okinawa Space Cluster)構想

沖縄県には、基地産業と公共事業に依存した体質から脱却し、自立型経済に切り替える施策として整備された沖縄振興策である「金融業務特別地区制度」、「特別自由貿易地域(FTZ)」、「沖縄国際情報特区構想」、「マルチメディアアイランド構想」、「グリーンサイエンス&テクノロジー・アイランド構想」、「沖縄経済振興21世紀プラン」などを活用できる優位性がある。具体的な例としては、沖縄県は、日本で唯一の特別自由貿易地域を有し、投資環境の面からも法人税の課税所得を35%控除できる税制優遇措置を実施していることが挙げられる。したがって、沖縄県が経済的に自立・自活できる産業として、宇宙開発事業や航空機の整備産業を創出することは、地域の経済振興研究開発型産業の育成にも寄与し、沖縄経済を支えるリーディング産業となる大きな可能性があると同時に、アジア地域への貢献にもつながることになる。

沖縄地域へ宇宙産業を誘致する構想¹⁾には、前提条件として以下のような利点が存在する。

- ① 沖縄は日本国内の最南端に位置し、最も赤道に近く、地球の自転による遠心力を宇宙輸送機の加速に対して有効に利用でき、ペイロードの打上げにおいて高い費用対効果が得られること
- ② 沖縄駐留米軍基地の既存施設を宇宙開発事業の産業拠点に転用可能であること

第3章 アジア地域の宇宙開発・利用システムとその法的基盤の形成に対する日本の貢献

- ③ 種子島宇宙センターおよび鹿児島内之浦宇宙空間観測所と地理的に近く、
打上げ・管制業務に関する密接な連携・協力体制が得られること
- ④ 米軍基地の全面返還を求めることにより、跡地の有効利用および政府の経
費支出削減と同時にアジア地域の平和と経済発展に貢献することが可能と
なること
- ⑤ ジャンボ機が離発着可能な下地島空港は、再使用型宇宙往還機の離発着基
地などにも利用可能であり、沖縄本島周辺の離島をも含めた大規模な地域に
おいて、宇宙産業クラスター形成の潜在的要件が整っていること
- ⑥ 再使用型宇宙往還輸送システムを確立するのに適した鹿児島県の馬毛島を
利用できる地理的優位性もあること
- ⑦ 周辺が海に囲まれており、事故が発生した場合にも被害を最小限に止めら
れること
- ⑧ 沖縄県は、日本国内で最も東アジア、東南アジアに近接しており、アジア
のハブ空港として最適な機能と立地条件を有していること
- ⑨ 沖縄に宇宙産業の拠点を築くことは、沖縄の経済的自立を図り、地域経済
の発展、新規産業の育成、および雇用の創出につながる
- ⑩ 中国、韓国、台湾との協力体制を確立しやすい地理的状況にあること
- ⑪ 国際的な金融センターを目指す沖縄の金融業務特別地区を利用することに
より、国際宇宙開発銀行および国際宇宙損害補償基金の本部活動拠点を確立
できること

沖縄宇宙産業クラスターの形成に付随して、次のような構想が考えられる。

- ① 沖縄宇宙産業振興法（Okinawa Space Business Promotion Act）の制定
沖縄振興開発特別措置法の後を継ぐ法律となる沖縄振興新法において、宇
宙産業振興の新たな事業基盤を整備するための法律を制定すること
- ② 沖縄アジア宇宙平和安全機構（Okinawa Peace and Security Organization
of Asia）の設立
宇宙を利用することにより、アジア地域全体の平和と安定を目指した安全

保障共同体としての活動拠点となること

③ 沖縄宇宙開発・利用先端技術交流拠点構想（Okinawa Space Science and Technology Island Plan）の実施

沖縄県内に科学技術系の大学院大学を設置することにより、東アジアの中心となりうる地理的利点を生かして、宇宙利用・開発技術の交流拠点を作りあげること

④ 沖縄国際宇宙利用・科学会議（Okinawa International Space Utilization and Science Council）の設置

沖縄を宇宙利用・科学サミットの常設開催地とすることにより、日、欧、ロシアを中心に、アジア諸国の地球探査・国際協力、宇宙利用の発展に寄与する具体的な協力体制に関する協議の場とし、各国の宇宙開発・利用関係機関が集う連絡協議会を設置すること

3. 中部宇宙産業クラスター（Chubu Space Cluster）構想

中部地域は、航空および宇宙産業が集積した世界でも有数の産業技術の中核圏をすでに形成している。中部宇宙産業クラスターは、この集積を活かして、この地域に宇宙に関する基礎研究から生産・供給までを行う全国的かつ世界的な一大技術拠点を構築しようとするものであるが、すでに、中部エアロスペース・テクノロジー・パーク構想が打ち立てられており、基盤条件はすでに整っているといえる。

具体的には、総合的な研究所を核に、実験、製作、教育、人的交流などを通じて、航空・宇宙に関する産業技術の開発・発展にさまざまな面から取組み、周辺地域の都市や観光事業圏を含めて、宇宙産業を振興することにより関連企業および地域事業を活性化しようとする考えである。

既存の関連組織としては、上記構想を実現するための調査・研究および企画提言を行う社団法人中部宇宙産業科学技術振興センター（C-STEC；Chubu Center for Space Industry, Science and TEChnology）と中部航空産業技術振興協議会

(C-ATEC; Chubu Aircraft Industry and TEChnology Conference) が設立されている。平成5年に、社団法人中部航空宇宙産業技術振興センターが産官学の連携のもとに設立され、平成7年からは、宇宙関連分野へ特化し、現文部科学省および経済産業省の共管団体として社団法人中部宇宙産業科学技術振興センターに改名・改組された。さらに、航空関連分野については、宇宙関連分野と密接に関係することから、任意団体として中部航空産業技術振興協議会を同時に設立し、両団体が相互連携をなし、活動を行っている。

中部地域における有力な技術開発および産業の支援・推進機関としては、産業技術総合研究所中部センターをはじめ、中部産官学連携センター、中部産官学連携フォーラムなどが研究体制を確立し、機能を発揮している。とくに、大学の強みである長期的な研究および人材の育成機能と企業の強みである研究開発、製造技術、商品化技術を直接有機的に結びつける産官学連携・協働の実施、TLO (Technology Licensing Organization; 技術移転機関) の設立など、大学の研究から生まれた技術を企業で実用化する役割を果たす基盤を創り出すことも、名古屋工業大学、名古屋大学、岐阜大学、大同工業大学、名城大学、愛知工業大学、中部大学など、中部5県の大学で試みられている。

したがって、これらの体制と組織や施設が相互に交流・協力することにより、宇宙開発・利用を促進する科学技術および産業技術ならびに宇宙産業の集積を高め、他産業をも高度化させる波及効果が期待できる。

(注)

- 1) 沖縄県における航空・宇宙産業の誘致計画については、沖縄航空宇宙国際ステーション (Okinawa Aero-Space International Station, OASIS) および沖縄航空宇宙アイランド (Okinawa Aero-Space Islands) 構想として、高田尚樹氏 (経済産業省 独立行政法人産業技術総合研究所 環境管理研究部門 環境流体工学研究グループ 研究員、工学博士) によって提唱されている。

VI. アジア・太平洋地域における宇宙利用の進展—アジア・太平洋地域における衛星通信システムの構築—

宇宙は、陸、海、空に次ぐ第4のインフラストラクチャーとして、情報社会の進展に大きな貢献が期待される領域である。とりわけ、衛星通信は、広域性、迅速性、同報性という特徴を有し、通信基盤としては、比較的低コストで、しかも迅速にシステムを構築することが可能である。さらに、地上の設備と違い、地震や火山活動などの自然災害の発生に対しても強い利点がある。世界の人口の約60パーセントを占めるアジア地域の通信基盤は、早急に拡充することが不可欠であるが、地形が複雑で山岳地帯や島嶼部の多いアジアは、衛星の活用にとって非常に適した地域でもある。

通貨危機後の東南アジアでは経済発展の手段として、情報技術（IT）産業の重要性が急速に増大しており、東南アジア各国¹⁾が通信事業の自由化を加速させ、情報通信基盤を整備するために通信市場の競争促進策を導入する動きが目立ってきている。ITの活用、インフラストラクチャーの構築は、アジア地域の経済・社会の発展に欠くべからざるものである。

先進国²⁾では光ファイバーによる大容量通信が普及しているが、アジア諸国でこれから情報通信を整備する国では、通信衛星を打上げて利用の方が、低コストで、災害時にも強いシステムを確保できる。地上系のネットワークの普及と通信衛星の役割は補完関係にあるといえる。

通信基盤の整備状況によって情報化が生む経済格差、デジタルデバイド（Digital Divide）を克服する方法としては、衛星通信システムの利用が最も適した手段である。すなわち、衛星を打上げ、途上国側が衛星から送られてくる情報を受ける地上局を設置することにより、通信ネットワークを得られる³⁾。たとえば、現在の構想としては、地上から8の字にみえる軌道に3基の衛星を打上げて、赤道付近で軌道を交差させ、静止衛星と同じような働きをさせることにより、ア

アジアおよびオーストラリアまでを網羅する次世代通信衛星網を築くことが考えられている（準天頂衛星通信システム）。⁴⁾

過疎地に光ファイバーを施設することは問題も多く、アジア地域に工場や営業所を展開している企業通信網、企業間データ通信事業に対する日・米・アジアの3極による衛星通信網の整備をはじめ、アジアでは地上回線が未整備の地域が多いため、衛星経由の通信に対するニーズは高いとみられる。

アジア・オセアニア地域は世界でも新たに衛星通信システムを導入する国または企業が多い地域である。これは、アジア地域では、高度な社会システムを構築するための通信インフラストラクチャーが未発達であり、アジア地域において情報通信基盤(AII)を早急に整備するためには、地理的な制約を受けない衛星通信の導入が望ましいと考えられているからである。⁵⁾

日本が提唱している準天頂衛星システムは、常に1基の衛星が上空の天頂付近に来るよう3交代で周回させるため、高層ビルや山などに電波を遮られることがほとんどなくなる。このため、山間部や離島における情報格差を解消できるほか、災害対策、超高速インターネット接続、携帯電話向け放送等への利用が期待できる。超高速インターネット衛星を利用した災害監視情報ネットワークシステムにより、アジア諸国の災害被災地の状況を衛星中継で把握し、防災関係機関の対策や救援活動に役立てることもすでに計画されている。

(注)

- 1) 韓国では、2000年1月17日に妥結した米韓ミサイル協議で平和目的の民生用ロケットの開発が認められたことを受けた措置として、民生用のロケット打上げ基地を全羅南道の外羅老島に建設することを同国科学技術省が発表した。同省によると、この宇宙センターは約500万平方メートルの敷地を有し、2004年度中に打上げ施設やコントロールセンターを完成させる予定である。これにより、2005年下半期に国産ロケットで重さ約100キロの科学衛星を高度700キロメートルの軌道に投入する計画である。
- 2) IT (Information Technology) 宇宙インフラストラクチャーは、新型通信衛星

によってインターネットや移動体通信の大容量化を可能にするプロジェクトである。

- 3) インド洋、太平洋を中心に、気候変動予測、水循環予測、地球温暖化予測、大気組成変動予測、生態系変動予測などの地球変動予測に関する研究活動を展開することも含まれる。アジア全体の異常気象を予測して各国にデータを送るアジア太平洋気候環境センター構想に取り組む。アジアから中近東までの40数カ国を対象とするもので、農業や経済への悪影響を最小限に食い止めるのが狙いである。気象庁内にセンターを置き、スーパーコンピューターを使い、1か月先までの地球規模の天候の動きを予測して、データを海外へ送信する。アジアでは、まだ長期予報の技術を有していない気象機関が多く、各地域の詳細な観測記録を得られれば、気象予報の精度も高まり、異常気象の注意を呼びかけられた国々は、種々の対策を取ることが可能となる。
- 4) 通信サービスの提供に関する法制度上の要点は、衛星放送を利用した通信ネットワークは、電気通信事業に属するため、電波法および電気通信事業法の二つの法律に従って正しく運用・管理されねばならないということである。

衛星通信は、無線通信の一種であるため、無線局の免許だけでなく、無線を操作するものには、無線従事者免許が必要である。無線局の免許については、アンテナや通信設備を所有していても、利用する衛星通信事業者（株式会社JSATや宇宙通信株式会社など）が取得する手続きをとることになっている。

無線従事者免許は、衛星の送信機を操作するものが有していなければならない。ただし、回線リセール会社がこの業種を担当する場合には、そのオペレーターが免許を所持していればよいということになる。アンテナで受信だけをする場合には、電波を操作しないので、資格は必要とされない。

通信衛星は、誰でもが自由に打上げられるわけではない。通信衛星そのものを打上げ、サービスとして提供することができるのは、衛星系第一種電気通信事業者として免許を受けた企業のみである。衛星系第一種電気通信事業者は、衛星を管制するパラボラアンテナや各種の施設を所有し、通信衛星を管制・運用・管理することによって、ユーザーに衛星通信サービスとして回線と設備を提供している。

これに対し、電気通信設備を自ら所有せずに、第三者（NTT、日本テレコム等）の地上通信回線網などを利用して、一般の顧客向けに通信サービスを提供する会社を第二種電気事業者という。すなわち、衛星に搭載されている電波中継器（トランスポンダー）を衛星会社から借りて、衛星回線をセールスする業者が、衛星

第3章 アジア地域の宇宙開発・利用システムとその法的基盤の形成に対する日本の貢献

系第二電気通信事業者であり、衛星通信の小売り業者として衛星を使用した各種サービスを利用者の多様なニーズに合わせて柔軟に提供している。回線のリセールだけでなく、受信局設備の工事、配線、ネットワークの管理などの要求に対応している。

静止衛星を利用しない場合には、受信用のアンテナを衛星の移動に合わせて動かさなければならないため、通信や放送に利用する衛星は、ほとんどが静止衛星である。この静止できる軌道位置は限られており、赤道上空3万6,000キロメートルで、東経110度から160度程度である。すなわち、日本の静止衛星に最適な軌道位置は、同じ経度にあるインドネシアやオーストラリアにとっても都合のよい位置ということになる。したがって、静止軌道上の人口衛星の位置については、当該国間で協議し、国際的に決定することになっている。

通信衛星は打上げ後、電波をどの方向にでも自由にサービスできるわけではない。国際的な取決めに従い、あらかじめ届出た地域のみを対象としたサービスしか行うことができない。したがって、衛星に搭載したアンテナが地上のどの範囲に電波を絞るのかを統計段階で決めておく必要がある。

なお、通信衛星の種類には、国際条約や協定によって運用される国際用通信衛星と国内用通信衛星があるが、近年、規制緩和によって両者の区別がなくなりつつある。ただし、国際間の送受信局の免許がおりない国や地域があるため、利用については、衛星会社と綿密な協議がなされなければならない。（『衛星通信ガイドブック 2000』株式会社サテライトマガジン社、2000年6月16日、8-12ページ。）

- 5) 郵政省通信政策局監修『衛星通信年報』平成12年版、財団法人KDDエンジニアリング・アンド・コンサルティング、45、225ページ。

VII. お わ り に

宇宙開発・利用ビジネスは、世界的規模で拡大することが予測され、わが国の宇宙開発が、従来の欧米に追いつくためのキャッチアップ型からフロントランナー型の段階に至り、宇宙産業基盤の構築が不可欠となるなど、克服すべき新たな課題が生じている。

わが国が、将来の有人宇宙活動の実施に備える観点からも、自在な宇宙開発・利用を展開していくためには、宇宙活動を支える基盤を強化することが要件となり、これまでに述べたような、①国際宇宙損害補償基金、②国際宇宙開発銀行、③国際宇宙輸送開発機関を設立するといった環境整備を行うことが重要である。

日本の宇宙開発事業をアジアの宇宙産業センターとして振興・成長させる有効な施策としては、国内の地域特性に合わせて、北海道、中部、沖縄に宇宙産業クラスターを形成することが提案される。さらに、宇宙輸送システムのインフラストラクチャーであるロケット打上げ設備能力の拡充および増強のためには、国内に種子島と内之浦以外に新しく射場を建設する必要がある、その最適な候補地は、北海道と沖縄であると判断した。

宇宙活動の進展に伴い、米、英などでは国内法の整備が進められているが、わが国では①政府研究機関または政府の特殊法人であった宇宙開発事業団（NASDA）と旧文部省の宇宙科学研究所（ISAS）以外には、ロケットを打上げる可能性がなかったこと、および②民間による外国の機関に委託した衛星の打上げについては、通信・放送衛星に限られており、電気通信事業法や放送法により対処可能であったこと、などの理由により、宇宙関係条約に対応した国内法は未制定である。（資料－1）したがって、同多国間条約にかかる責任については、既存の国内法の運用により対処することとなっているのが現状である。しかしながら、今後は、特に、宇宙空間での商行為に関する国際的な法制度の整備を検討しなければならない。¹⁾

第3章 アジア地域の宇宙開発・利用システムとその法的基盤の形成に対する日本の貢献

このように、宇宙開発を取り巻く環境が変化する中で、先端的技術開発を目指すわが国宇宙開発の問題については、本稿で未だ十分に検討できていない部分があるため、引続き考察することとしたい。

(注)

- 1) 日本で商業打上げ事業を行う企業は、株式会社ロケットシステム (RSC; Rocket System Corporation) である。RSCは、1990年 (平成2年7月)、宇宙開発関連企業73社の共同出資により日本で最初の商業打上げサービスを提供する民間企業として設立された。主たる事業内容は、宇宙開発事業団が中心となって開発した衛星打上げ用ロケットの販売、ロケット製作に関する各メーカーへの発注・生産管理・品質保証・最終組立て・射場整備等の総合的管理、ロケットの打上げ運用作業の受託業務、商業打上げサービスとしてマーケティングから契約後の衛星とのインターフェイス調整、打上げ射場における発射整備作業支援および射場設備の保全運用作業の実施にいたる一連の打上げ関連サービス、宇宙開発事業団が国家プロジェクトとして打上げるロケットの供給などを行うことである。

商業打上げの需要は、近年、通信・放送衛星を静止軌道へ打上げるものと移動体通信システムを展開する衛星コンステレーションを低・中高度周回軌道 (LEO/MEO) に打上げるものとがある。特に、新たな移動体通信システムの構築が新規事業として注目されている。静止衛星については、新たに打上げようとしているものは、衛星の重量を次第に増加させる傾向がある。このような市場状況の中で、衛星のさまざまな要求に応じうるロケットの品揃えを計画し、世界中の潜在顧客に対してマーケティング活動を実施している。

したがって、民間において実用衛星打上げサービス事業の体制が確立されているが、衛星の打上げに対し、宇宙関係4条約で定められた国際的責任に対処するためには、国内法を整備することによって宇宙利用の進展を図り、宇宙輸送事業の発展および実用化に備えることが必要である。(図6)

(資料1) 宇宙に関する法制度

宇宙条約

「月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用における国家活動を律する原則に関する条約 (Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Including the Moon and Other Celestial

Bodies)」(昭和42年10月11日公布・条約第19号)

① 採択 1966年12月19日 第21会期国際連合総会(1963年第18会期国際連合総会決議1962号をほぼそのまま重役の形にしたもの)

② 発効 1967年10月10日

③ 日本の加入 1967年10月10日

宇宙救助返還協定

「宇宙飛行士の救助及び送還並びに宇宙空間に打上げられた物体の返還に関する協定 (Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and Return of Objects Launched into Outer Space)」(昭和58年6月20日公布・条約第5号)

① 採択 1967年 第22会期国際連合総会決議2345

② 発効 1968年12月3日

③ 日本の加入 1983年6月20日

宇宙損害賠償責任条約

「宇宙物体により引き起こされる損害についての国際的責任に関する条約 (Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects)」(昭和58年6月20日公布・条約第6号)

① 採択 1971年11月29日 第26会期国際連合総会決議2777

② 発効 1972年9月1日

③ 日本の加入 1983年6月20日

宇宙登録条約

「宇宙空間に打上げられた物体の登録に関する条約 (Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space)」(昭和58年6月20日公布・条約7号)

① 採択 1974年11月12日 第29会期国際連合総会決議3235

② 発効 1976年9月15日

③ 日本の加入 1983年6月20日

月協定

「月その他の天体における国家活動を律する協定 (Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies) 第34会期国際連合総会決議A/Res/34/68, 1979年12月14日採択、1984年7月11日発効 (Adopted on December 14, Resolution A/34/68 by the UN General Assembly 34st Session, Proclaimed July 11, 1984)

宇宙基地協定

「常時有人の民生用宇宙基地の詳細設計、開発、運用及び利用における協力に関する

第3章 アジア地域の宇宙開発・利用システムとその法的基盤の形成に対する日本の貢献

アメリカ合衆国政府、欧州宇宙機関の加盟国政府、日本政府及びカナダ政府の間の協定 (IGA) (Agreement among the Government of the United States of America, Governments of Member States of the European Space Agency, the Government of Japan, and the Government of Canada on Cooperation in the Detailed Design, Development, Operation, and Utilization of the Permanently Manned Civil Space Station) 」1988年9月29日にワシントンで調印、日本については1992年1月30日に発効 (Signed September 29, 1988 in Washington, D. C.)

宇宙空間の探査と利用における国家活動を律する法原則に関する宣言 (Principles adopted by the General Assembly Declaration of Legal Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space) 1963年12月13日採択、第18会期国際連合総会決議1962号 (Adopted on December 13, 1963, Resolution 1962 by the UN General Assembly 18th Session)

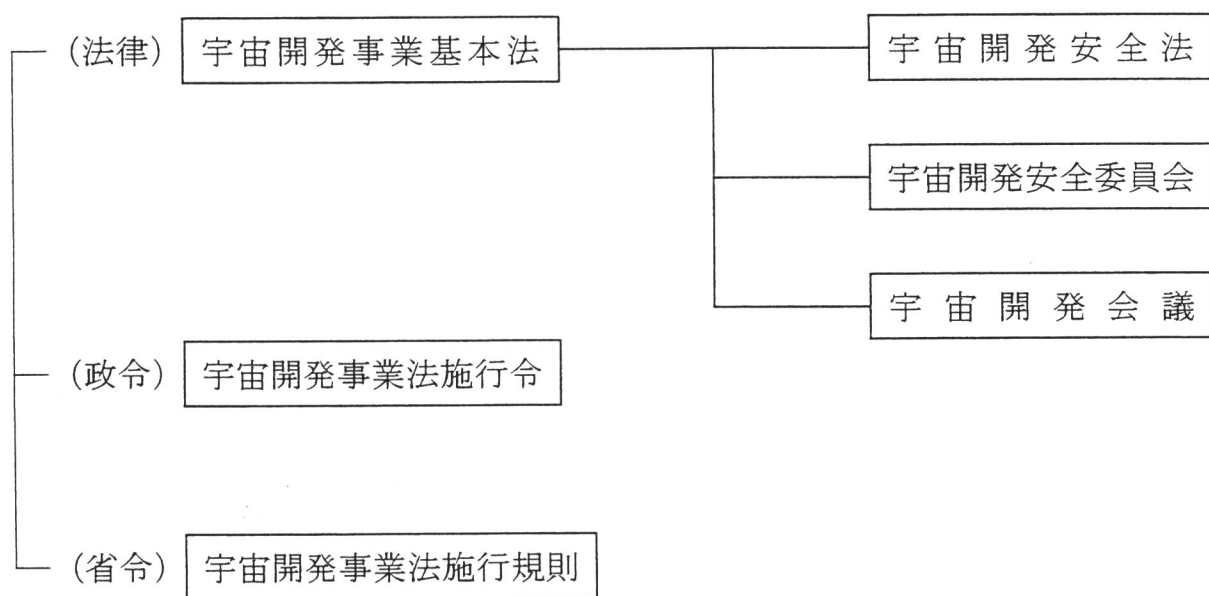


図1 宇宙開発の商業化に伴う関連法規案



図2 北海道十勝圏の位置（北海道庁資料）

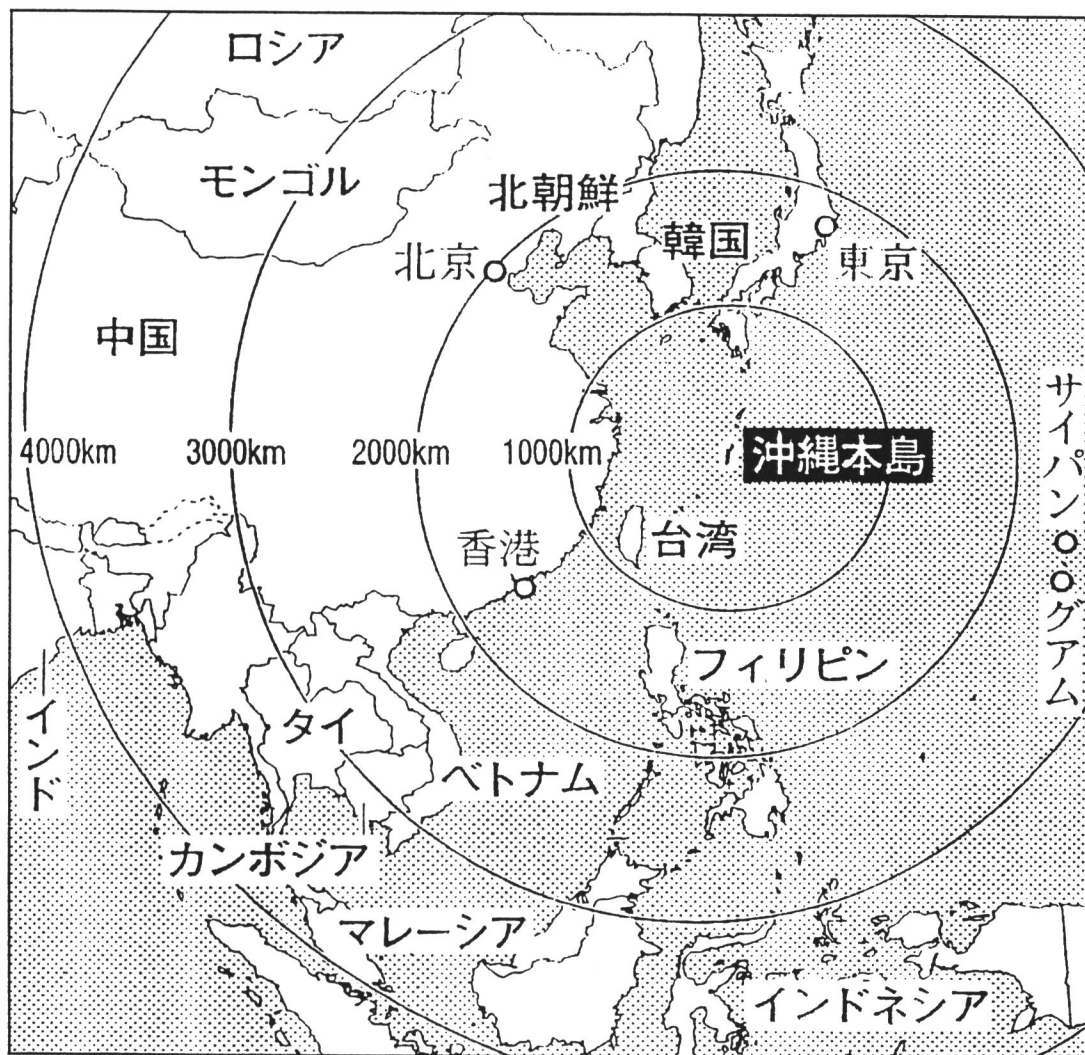


図3 沖縄を中心にみたアジア（沖縄県資料）

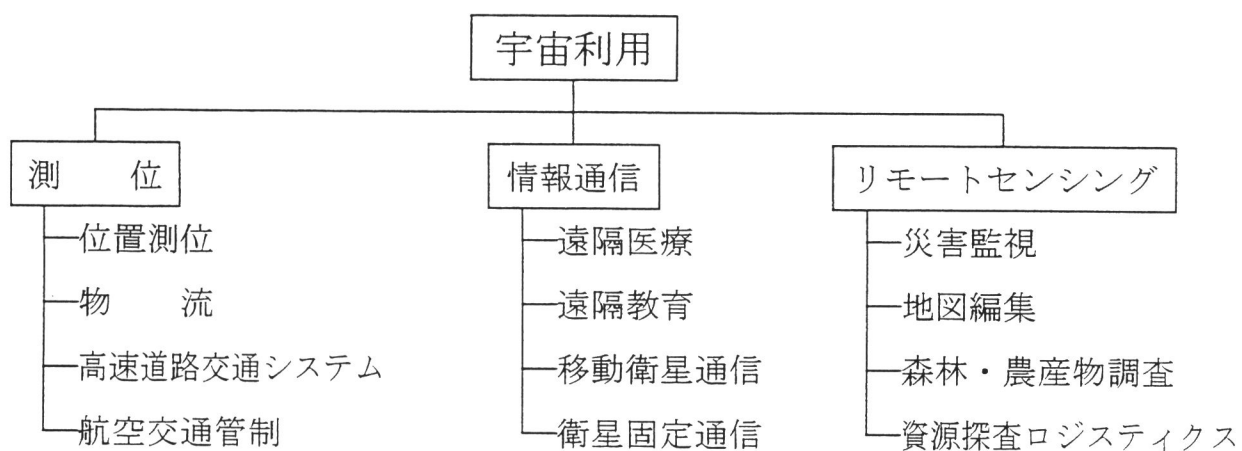


図4 宇宙利用の分野と領域の拡大

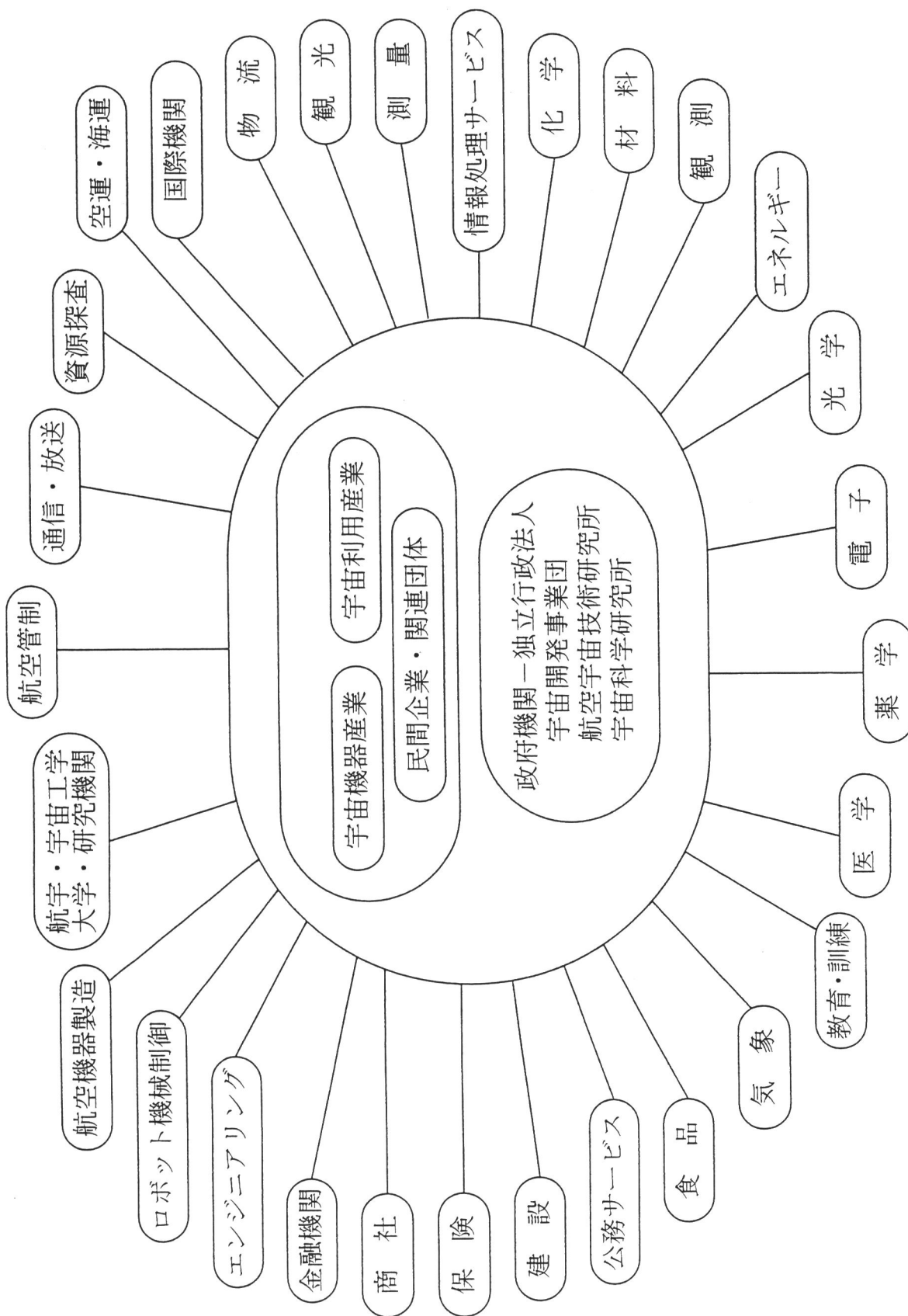


図5 宇宙産業クラスターの構成

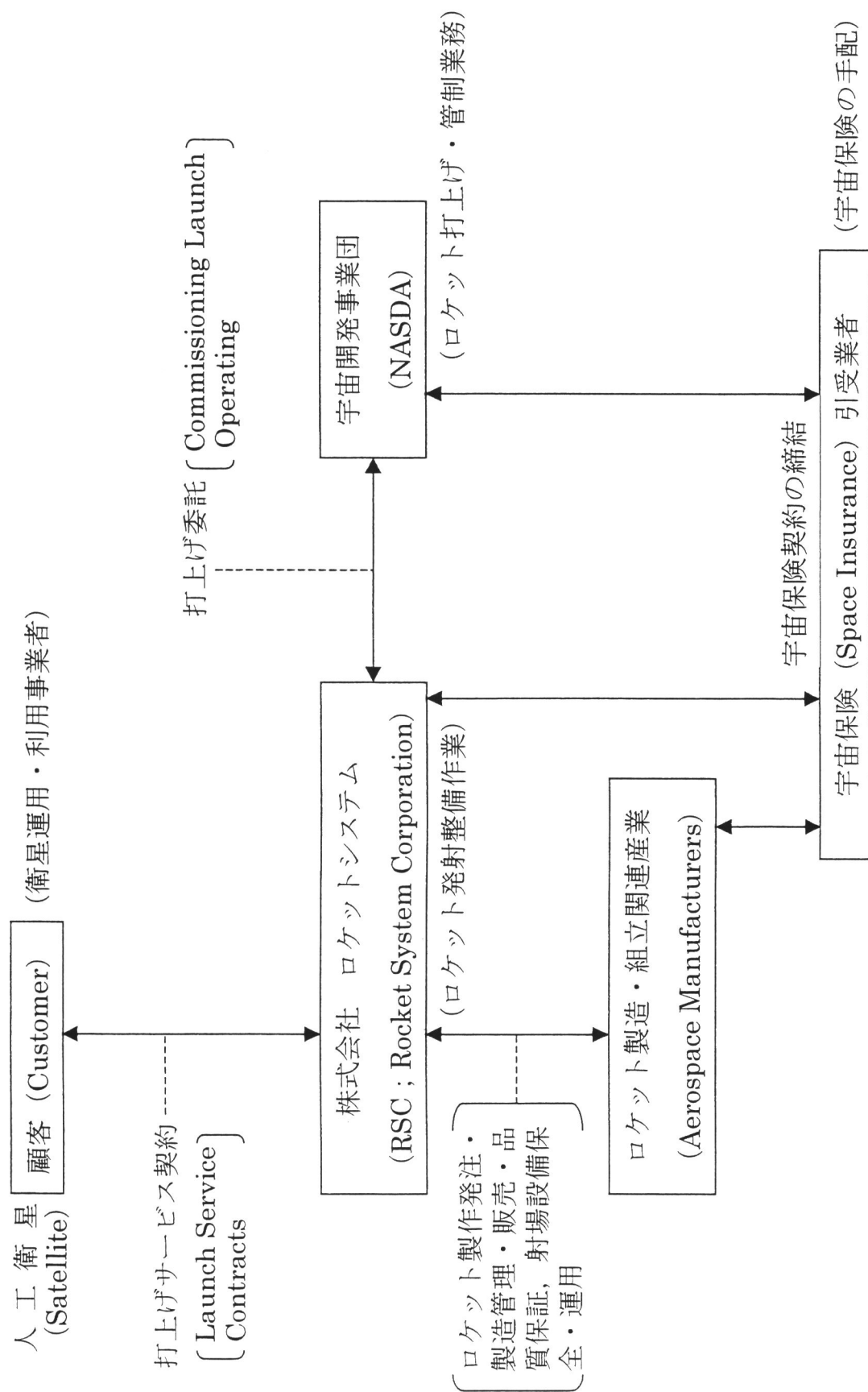


図6 日本の商業ロケット打ち上げサービス事業の構造