

Title	日本の宇宙開発戦略策定のあり方：宇宙開発ガバナンスを考える(科学技術政策，第20回年次学術大会講演要旨集II)
Author(s)	熊田，憲
Citation	年次学術大会講演要旨集，20：988-991
Issue Date	2005-10-22
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/6220
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般論文

日本の宇宙開発戦略策定のあり方 —宇宙開発ガバナンスを考える—

○熊田 憲（東北大工学）

I はじめに

日本の宇宙開発推進の方向性を示す文書が、異なる立場の3つの組織により相次いで発表された。文部科学省宇宙開発委員会による「宇宙開発に関する長期的な計画」(2003)¹⁾、次に総合科学技術会議宇宙開発利用専門調査会による「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」(2004)²⁾、そして宇宙開発実施3機関が統合され独立行政法人となった宇宙航空研究開発機構による「JAXA 長期ビジョン」(2005)³⁾である。日本の宇宙開発は順調な技術的キャッチアップを果たした後、1990年代半ばから事故・不具合の悪循環に陥った。フロントランナーとしての必然ともされるが、要因はこれに留まるものではない。日本経済の低迷、またイノベーションによる経済発展への期待、さらに欧米宇宙政策の変化など⁴⁾⁵⁾、国内外の様々な環境変化に抱えるところも大きい。

このような中で、日本の宇宙開発システムは2001年の省庁再編により大きく変容した。総合科学技術会議の設置、旧文部省と科学技術庁の統合、宇宙開発委員会の文部科学省への内部化、また行政法人改革による宇宙開発実施機関3つの統合である。このようなシステムの変革により、以前の宇宙開発システムにおいて問題視されていた研究開発の二元体制が一扫され、また政策形成体制における総合科学技術会議の集権的体制が確立された。このような急激なシステムの変革は現在の政策形成の現場にどのような変化を与えたのか、また宇宙戦略や宇宙計画にどのような影響をもたらせたのだろうか。

本稿では、現在の宇宙開発システムにおける主要なアクターである上記の3つの組織が示した最新の文書の特徴を示し、またこれを策定したそれぞれの組織の役割や宇宙開発推進の方向性を分析することにより、戦略策定の場にもたらされた混乱を指摘する。そして今後の日本の宇宙開発における戦略策定のあり方を考察するとともに、宇宙開発のガバナンスについて論ずる。

II 宇宙開発の方針を示す3つの文書

(1) 総合科学技術会議「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」

総合科学技術会議は2001年に「知恵の場」として日本全体の科学技術を俯瞰し、各省より一段高い立場から、総合的・基本的な科学技術政策の企画立案及び総合調整を行うことを目的とし内閣府に設置された⁶⁾。その任務は科学技術の、①総合的かつ計画的な振興を図るための基本的な政策、予算、人材等の資源配分の方針及び振興に関する重要事項についての調査審議、②大規模な研究開発・国家的に重要な研究開発の評価である。この中で宇宙開発分野に関しては、2001年10月に日本の宇宙産業の国際競争力の強化を図るとともに、宇宙の利用を通じて国民生活の質の向上等に資するため、今後の宇宙開発利用に対する取り組みの基

本等について調査・検討を行なうことを目的に宇宙開発利用専門調査会が設置された⁷⁾。そして2004年に宇宙開発利用専門調査会の調査・検討に基づいて総合科学技術会議によって取りまとめられた文書が「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」(以下、基本戦略)である。

この基本戦略は1990年代後半以降の日本の宇宙開発の停滞を「フロントランナーの壁」と捉えた上で、宇宙開発の今後10年に関する戦略として位置付けられたものである。ここでは宇宙開発技術を重点4分野推進に不可欠であり、技術革新を促す国家戦略技術とした。また、日本にとつての宇宙開発の意義を、国の安全保障への貢献さらに持続的発展と国の矜持への貢献と明確に示している。そして今後10年の目標を、国民の安全の確保、経済社会の発展と国民生活の質の向上、知の創造と人類の持続的発展に置いた。

その中で横断的推進として宇宙開発の産業化推進に大きく焦点が当てられている。ここでは産学官それぞれの役割が示され「民にできることは民で」という方針の下、民と官の役割分担を進めた上で連携を促進し、宇宙産業の基幹産業化を図るというものである。そして科学技術の分野別推進においても、官民のリスク分担が謳われ、民間への技術移転、基礎研究における新産業創出など、世界市場を意識した宇宙開発のあり方を示している。その一方で宇宙科学分野では資源の集中が掲げられ、さらに今後10年に渡り有人宇宙計画を持たないなど、知識創造としての活動は縮小傾向にある。また基本戦略という位置付けではあるが、今後の検討の必要性を訴える項目が多く、産業化推進を戦略の中心に据えたものの、産学連携のあり方や横断的推進についてのビジョンが明確でないなど、国としての宇宙開発推進の方向性が見えにくく、今後の議論を促す内容に留まっている。

(2) 宇宙開発委員会「宇宙開発に関する長期的な計画」

宇宙開発委員会は日本の宇宙開発の総合的かつ計画的な推進とその民主的な運営に資するために1968年に総理府に設置された⁸⁾。その役割は宇宙開発に関する重要事項について企画・審議・決定を行なうことであり、掌握範囲は日本の宇宙開発に関する政策・関係行政機関の総合調整・予算の見積もり・人材育成における重要事項とされていた。しかし2001年に文部省と科学技術庁が統合され文部科学省になるとともに、宇宙開発委員会は文部科学省の下に置かれた。これにより、その役割は宇宙開発事業団(現在は宇宙航空研究開発機構)の役員の指名に係わる事項及び活動を規定する長期的な計画の議決を行なうこと、と変更された⁹⁾。

²⁾ 「宇宙開発利用専門調査会の設置等について」(平成13年10月30日総合科学技術会議決定)

³⁾ 「宇宙開発委員会設置法」(昭和43年5月2日法律第40号)

⁴⁾ 「宇宙開発委員会の議決を経て主務大臣が定める」(独立行政法人宇宙航空研究開発機構法第19条)

⁵⁾ 「文部科学省設置法(抄)」第三款第八条(平成17年7月16日法律第96号)

¹⁾ 「内閣府設置法」第三目総合科学技術会議(平成11年法律第89号)

そしてこの新しい宇宙開発委員会が 2003 年に議決した文書が「宇宙開発に関する長期的な計画」（以下、長期的計画）である。

長期的計画は宇宙航空研究開発機構の役割・業務・中期目標の基となる文書である。ここでは総合科学技術会議の戦略図に沿った⁶およそ 10 年を対象とした活動計画を示している。この中では宇宙航空研究開発機構を日本の宇宙開発の中核機関と位置付けた上で、その役割を産業化発展に資する・成果の民間移転・産業と国際競争力強化・産業化業務など、産業化に関する総合司令塔とした。そして宇宙航空研究開発機構の主要な活動である研究開発の重点化に対する考え方として、官民の役割分担の下での予算・人材等資源重点配分、事業企画における整理・合理化・削減、「民間でできることは民間で」という方針のもので宇宙産業の基幹産業化、経済社会発展へ寄与、官民の役割分担明確化を協調する。この長期的計画にはプログラム等が記されるなど具体性は増しているものの、基本戦略と同様の内容が示されており、法的根拠に則った中間的な文書としての側面が強いものとなっている。

(3)宇宙航空研究開発機構「JAXA 長期ビジョン」

2003 年に文部科学省の宇宙開発事業団、宇宙科学研究所、航空宇宙技術研究所の 3 機関が統合され、独立行政法人として宇宙航空研究開発機構が設立された。ここで統合の目的は「3 機関の力を結集し、宇宙開発、宇宙科学研究及び航空科学技術の研究開発を一段と効率よく効果的に推進する体制を構築するため」である⁷。宇宙航空研究開発機構の基本原則は、①我が国の特色ある宇宙開発利用を推進する観点から、機能を重点化すること、②重点化を図るにあたっては、宇宙・航空科学技術の基盤技術の強化に配慮すること、③効率的、効果的な研究開発等を実施するため、最適な組織体制を構築すること、④世界最高水準の宇宙科学研究を遂行するとともに、そのために最適な運営システムを構築すること、⑤産業界との円滑な連携・協力を推進し、産業界との間に強い信頼関係を構築すること、である。このように日本の宇宙開発活動の中核機関である宇宙航空研究開発機構が発表した文書が「JAXA 長期ビジョンー JAXA2025ー」（以下、長期ビジョン）である。

長期ビジョンは宇宙航空研究開発機構が日本の宇宙開発に対する明確な将来像を提示し社会に問う責務を持つとの立場から、今後 20 年程度の基礎理念、長期ビジョン、実現に向けた取り組み、を提案している⁸。そしてこの長期ビジョンは JAXA の希望、危機感の現われと位置付けられ、この文書をきっかけとした内外の広範な議論・検討のスタートを促している。この中では今後の宇宙開発活動のビジョンとして、①安全で豊かな社会実現への貢献、②知の創造と活動領域の拡大への貢献、③自在な宇宙活動能力の確立、④宇宙産業の成長への貢献、を掲げている。これらの項目は上述した 2 つの文書が掲げる産業化推進の方向性が踏襲されており、宇宙産業の基幹産業化が大きな目標とされている。また上記の 2 つの文書が今後 10 年を対象としているのに対し、長期ビジョンはその後、つまり 10 年後から 20 年後を主眼にしたものとなっている。これは、まず 20 年後のあるべき方向性を示した上で、これからの 10 年を、

それらを実現するため準備期間とするものである。このため長期ビジョンでは 20 年後における理想像がクローズアップされている。そしてその力点はロケット・衛星開発、トップサイエンス推進、独自有人宇宙活動・月利用準備といった宇宙科学技術の進展の部分に置かれており、総合科学技術会議の示す産業的側面の強調といったものとは一線を画す。つまり、長期ビジョンの示す今後 10 年の産業化推進とは、将来の宇宙開発推進に必要な技術基盤を維持するための方策と考えられ、縮小傾向にある宇宙開発資源の回復・拡大を訴えたものと捉えることができる。

Ⅲ 宇宙開発戦略の分析

前述の 3 つの文書では宇宙開発の停滞に対する現状認識として「フロントランナーの壁」が原因であること、そして宇宙開発の産業化が不可欠であることは一致している。一方で、発表した組織の立場の違いから、産業化に対する戦略へのアプローチの方向性に違いが生じている。以下ではこのような方向性の違いを、技術認識と連携認識という 2 つの視点から述べていく。

文書名	基本戦略	長期的計画	長期ビジョン
発表組織	総合科学技術会議	宇宙開発委員会	宇宙航空研究開発機構
組織立場	内閣府	文部科学省	独立行政法人
組織役割	各省より一段高い立場で全体を俯瞰	宇宙航空研究開発機構の活動を規定	宇宙開発に係わる研究開発推進
対象期間	今後 10 年		今後 20 年
戦略方針	宇宙開発の産業化		
	基幹産業化	産業発展	宇宙産業の成長
停滞原因	フロントランナーの壁		
推進技術	重点技術 (産業競争力有)	自立的活動確保の 基盤技術	将来宇宙活動 推進技術

表 1 宇宙開発 3 文書の比較

(1)技術に対する認識

総合科学技術会議が示す宇宙開発技術の役割とは、国民の安全安心・経済社会の発展に資するための技術である。つまり宇宙開発とは、重点 4 分野推進に不可欠、そして技術革新の進展を促すという、他産業あるいは経済社会全体の「イノベーションの源泉」という認識である。このため宇宙産業の基幹産業化あるいは強化といった意味も、このような技術認識において必要な技術へと選択・集中することにある。そして宇宙開発委員会の認識も同様といってよい。これは総合科学技術会議の「各省より一段高い立場から」という設置目的、また宇宙開発委員会が文部科学省の所管であるということから理解できる。

一方で宇宙航空研究開発機構が示す宇宙開発技術の役割とは、将来の宇宙開発の進展に必要な技術である。このため宇宙開発の産業化推進の持つ意味は、総合科学技術会議や宇宙開発委員会の認識とは異なり、現有技術、あるいは 20 年後を見据えた宇宙開発の進展に必要な技術への選択・集中において創造された技術の利活用にある。これは宇宙航空研究開発機構が宇宙開発分野の研究開発組織であるためと考えられる。

(2)連携に対する認識

総合科学技術会議の持つ連携に対する認識とは産学官の明確な役割分担に基づく宇宙開発活動の横断的な推進にある。このため基本戦略では産学官それぞれに、産（事業化リスク分担）、学（独創的・基礎的研究と

⁶ この時点における宇宙戦略とは、総合科学技術会議が 2002 年に取りまとめた「今後の宇宙開発利用に関する取り組みの基本について」である。

⁷ 「独立行政法人宇宙航空研究開発機構法」（平成 14 年 12 月 13 日法律第 161 号）

⁸ 宇宙航空研究開発機構は宇宙開発分野だけでなく航空分野も業務範囲であるため、長期ビジョンでは航空分野に対する内容も示されているが、本稿では対象を宇宙開発分野に限定し述べる。

人材育成)、官(大型試験設備維持・整備、基礎的技術蓄積・開発支援)、という明確な役割を定義し、その役割の中で産業化を推進していくとしている。また国際戦略においても、日本の立場・役割を示し、国際的な枠組みのなかでアジアの国々や欧米の宇宙先進国との協力・連携による推進とするなど、役割分担と協力という部分が強調されている。

一方で宇宙航空研究開発機構の連携に対する認識は、産学官の連携を謳っているものの、過去の宇宙開発において歴史的に関係の深い宇宙機器製造企業や、新たなベンチャー企業等といった産との連携強化にある。そして連携の内容は機構が保有する技術の移転が中心である。また横断的な取組みとしては、人材育成や社会への浸透、そして国際協力といったものが強調されており、産業化における産学官の連携による横断的な取組みといった側面は重視されていない。これは、宇宙航空研究開発機構の活動内容を文部科学省の所管である宇宙開発委員会が規定するという立場・役割において、官との連携を強調することが難しいものであることが考えられる。同様に、この文部科学省の所管という立場から、宇宙開発委員会の連携の認識も、連携による横断的な活動というより宇宙航空研究開発機構を中心とした一元的な体制で推進するといった意味が強い。

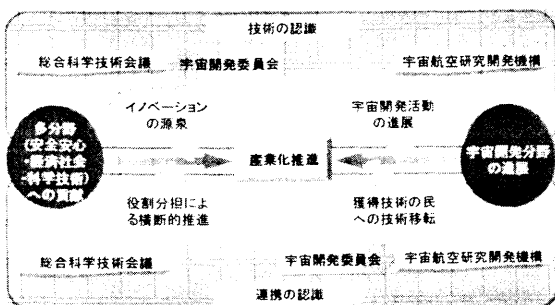


図2 戦略アプローチの起点の違い

このように技術と連携に対する認識を分析することにより、産業化という戦略は一致しているものの、3つの組織が示す戦略アプローチの方向性の違いを指摘することができる。それは、総合科学技術会議が多分野（安全・安心、経済・社会）への貢献を起点とするのに対し、宇宙航空研究開発機構は宇宙開発分野の進展を起点として産業化にアプローチしていることである。そしてより重要な点は宇宙開発委員会が技術の認識において基本戦略に即した内容が強い一方で、連携の認識においては連携に対する具体的な方策を提示できていないことにある。これは歴史的に日本の宇宙開発全体を俯瞰してきた宇宙開発委員会の、現在の曖昧といわざるを得ない立場が影響していると考えられる。

要するに急激なシステム変革は日本の宇宙開発体制の一元化を果たした一方で、現在の宇宙戦略や宇宙計画にアプローチの方向性の違いを生み出したのである。このため近年の宇宙開発の停滞要因が一致し、その解消策も一致している（入口と出口が一致）にもかかわらず、戦略実行における意識が組織により異なるという、戦略策定の場における政策的混乱が存在する。このようにそれぞれの文書は表面的にはひとつの戦略に基づいているようにとらえることができるが、3つの文書が持つベクトルは明らかに異なっている。

IV 宇宙開発のガバナンス

本項では前項で指摘した宇宙開発推進に対する3つの組織の戦略へ向かうベクトルの違いを宇宙開発のガバナンスという視点から考察する。

省庁再編、行政法人改革により宇宙開発の研究開発推進体制は一元化された。宇宙開発の一元的な推進は欧米の宇宙開発先進国において取られている推進体制であり、このような体制へのシフトは宇宙開発分野全体にとってプラスの影響を与えるものである。しかしながら、ここで指摘できることは研究開発体制の一元化に留まり、戦略策定あるいは政策策定という意味決定の基準が融合されていないことである。

宇宙開発に見られる大規模性を持つ、あるいは裾野の広い産業や技術が関与する科学技術分野の意思決定の基準が融合されるべきであるか、という議論には現状で結論を導くことはできない。しかし、このような科学技術分野の横断的な推進を図るための取り組みとして「科学技術連携施策群」（以下、連携施策群）がある。これは平成17年度の科学技術関係予算の改革への取組み⁹⁾の1つとして、平成16年7月の総合科学技術会議本会議で決定された「科学技術連携施策群の創設・推進」である。連携施策群は「各府省の縦割りの施策に横串を通す観点から、総合科学技術会議は、国家的・社会的に重要であって関係府省の連携の下に推進すべきテーマを定め、関係府省とともに、「科学技術関連連携施策群（連携施策群）」として積極的に推進することとされる¹⁰⁾。そして昨年8つのテーマ¹¹⁾が選定され、さらに平成18年度の予算、人材等の資源配分方針においても、この連携施策群への本格的な取組が明記された¹²⁾。この連携施策群には群ごとに連携効果を高めるため、総合科学技術会議の下に連携推進ワーキンググループを設け、各群にはコーディネーターが配置され、群としての一体的な推進を図るとされる。施策群という大規模な連携の動きは、国の財政面の効率性という視点からも、省庁の縦割りに横串を通すことは重要である¹³⁾。しかしながら、このような財政面、つまり入口からの取組みのみで府省の縦割りの壁を越えた横断的な推進が可能となるわけではない。

宇宙開発分野はこの連携施策群には含まれていない。これは前述したように宇宙開発の推進が既に一元的な体制の下で行なわれているためと考えられる。しかしながら横断的な推進という戦略を設定するだけで、府省の縦割りとといった弊害が解決され、効率的・効果的に連携・実施されていくと考えることは難しい。宇宙開発委員会や宇宙航空研究開発機構あるいは宇宙機器製造企業といった、今まで宇宙開発を実施してきた組織は、それぞれ長い歴史を持ち、実績を積み、独自の考え方・手法などといった文化を構築している。また、安全・安心、イノベーションの源泉としての経済社会への貢献、さらに科学技術の進展による知の創造、といったフロンティアとしての複合的な宇宙開発活動には、過去に協働・連携といった経験の無い新たなアクターも参加することになる。これらの異なるベクトルを持つアクターにより、宇宙開発戦略という枠組みにおいて最大の成果を生み出すためには、宇宙開発全体をガバナンスしていく、といった機能が必要ではないだろうか。

⁹⁾ 科学技術関係予算の改革推進による科学技術施策の質の向上を目的とし、①優先順位付け（SABC等）の改善、②科学技術連携施策群（連携施策群）の創設・推進、③競争的研究資金の改革と拡充、に対する取組み。

¹⁰⁾ 13のテーマ候補の中から、①ポストゲノム、②新興・再興感染症、③ユビキタスネットワーク、④次世代ロボット、⑤バイオマス利活用、⑥水素利用/燃料電池、⑦ナノバイオテクノロジー、⑧地域科学技術クラスター、の8テーマが選定された。

下図に示すように、ベクトルの異なる宇宙技術・経済社会・安全安心という3つの柱は、戦略に基づき「横断的」を超えて「三位一体」で取り組まなければならない。なぜなら宇宙開発において横断的とは3つの性格を持つためである。1つには上述した3つの柱、つまり宇宙開発の役割としての性格である。2つめは産学官の連携における性格である。総合科学技術会議が示すように、それぞれが明確な役割分担において連携が推進されるとするならば、この産学官に対する横断を刺す必要もあろう。そして最後に、府省の縦割りに対する性格である。基本戦略に示されているように宇宙開発技術は重点4分野推進に不可欠であり、また国の安全保障にとっても重要な技術である。しかしながら、これらの通信、環境、安全保障は異なる省庁が中心となって実施されており、また宇宙開発技術自体は文部科学省が中心である。このような多府省の関与に対する横断の必要性は、連携施策群において指摘されていることと何ら変わるものではない。つまり宇宙開発における3本の柱は三位一体とらえ推進する必要があるということが出来る。

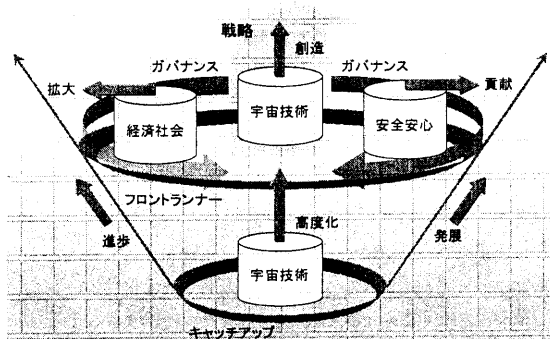


図3 宇宙開発のガバナンス・モデル

このような三位一体の推進に必要となるものが宇宙開発ガバナンスである。本稿の分析対象である3つの文書では、近年の宇宙開発の停滞に対し「フロントランナーの壁」と一致した見解を示している。そして、これらの文書における「壁」とは科学技術の壁を意味している。しかし、本稿の考察から指摘できることは、フロントランナーの壁には「科学技術自体の壁」だけではなく「科学技術を扱うマネジメントの壁」が存在するという点である。現在の宇宙開発体制においては、この新しい壁の存在を認識することが重要であり、この壁を乗り越えるために宇宙開発全体をガバナンスしていく統治機構が必要と考えられる。

現在の科学技術は分野自身の科学技術的進歩のみを追及することはできず、経済社会に対するイノベーションの源泉としての役割が期待されている。つまり現代の科学技術分野とは社会や経済と切り離して推進することは困難であり、様々な組織・集団との協働が求められている。このような推進形態を取る上では、ある科学技術を核として社会、経済を抱合したひとつの分野としてとらえる、という発想も重要である。このようなことから連携施策群という取り組みは大きな前進であるということが出来るが、財政面からのアプローチに留まらず、戦略に基づいた連の政策、実行、成果までを含めた、1つの分野全体をガバナンスする仕組みが必要と思われる。

V おわりに

本稿では日本の宇宙開発推進の方向性を示す、3つの文書を比較、分析することにより、宇宙開発分野におけるフロントランナーの壁には科学技術を取り扱うマネジメントにおける壁も存在することを指摘し、この壁に対し宇宙開発をガバナンスする統治機構が必要であることを述べた。一方で、科学技術をイノベーションの源泉と捉え、1つの分野全体のガバナンス構造を構築するためには、その科学技術分野の発展過程や独自の文化また外的環境なども理解しなければならず、その分野ごとに對する社会科学的研究が重要となる。特に宇宙開発に見られる国家的関与が強く大規模なプログラムにより推進される分野においては、経済・経営学的アプローチのみならず、政策論などの様々な取組みが必要である。このような大規模なシステムにおけるイノベーション研究として CoPS (complex products and systems) に対する研究がある。CoPS 研究では複雑な製品・システム¹¹⁾によるイノベーション・プロセスが、一般的な生産品とは大きく異なるとし、従来のイノベーション・モデルとは区別される¹²⁾。このような研究は日本において多く取り上げられていないが、イノベーションの源泉として宇宙開発を推進して行くために、今後は日本の宇宙開発分野に対する CoPS 研究を進めていくことが望まれる。

最後に宇宙開発のガバナンスという機能は具体的にどのような構造により実現されるのかについて触れておく。この問題には上述した CoPS 研究などが必要と考えられるが、早急な判断が求められることは、このような役割を総合科学技術会議が担うのか否かにある。ガバナンス機能には多くの資源投入が必要となり、日本の科学技術全体を俯瞰する立場の総合科学技術会議への内部化が適切な構造であるかには多くの議論が必要であろう。その一方で日本の科学技術が多くの分野でフロントランナーに達した現在において、宇宙開発以外の分野においても科学技術をガバナンスするという発想が重要性を増していくのではないだろうか。今後は総合科学技術会議の役割を含め、日本の科学技術のガバナンス構造構築に対する議論が進展していくことを期待したい。

<参考文献>

- [1] 宇宙開発委員会、宇宙開発に関する長期的な計画(2003)
- [2] 総合科学技術会議、我が国における宇宙開発利用の基本戦略(2004)
- [3] 宇宙航空研究開発機構、JAXA 長期ビジョン-JAXA2025-(2005)
- [4] George. W. Bush, A Renewed Spirit of Discovery(2004)
- [5] 熊田憲・原山優子、欧州宇宙政策におけるコーペレーション、経済産業研究所、STI ネットワークと新産業創出：新しい科学技術政策のフレームワークを求めて、265-273(2003)
- [6] 総合科学技術会議、今後の宇宙開発利用に関する取り組みの基本について(2002)
- [7] 文部科学省宇宙3機関統合準備会議、宇宙3機関統合後の新機関の在り方について(報告)(2002)
- [8] 総合科学技術会議、平成17年度科学技術関係予算の改革について、総合科学技術会議第38回資料1-1(2004)
- [9] 総合科学技術会議、平成18年度科学技術関係予算の改革と充実・強化についてー予算、人材等の資源配分の方針の策定に向けてー、総合科学技術会議第45回資料2(2005)
- [10] 青木昌彦、なぜ財政改革かー「国のかたち」を考える、青木昌彦・鶴光太郎、日本の財政改革：「国のかたち」をどう変えるか、東洋経済新報社、1-33(2004)
- [11] 横山直徳、財政改革の社会システム論的アプローチ、青木昌彦・鶴光太郎、日本の財政改革：「国のかたち」をどう変えるか、東洋経済新報社、365-409(2004)
- [12] Editorial, Innovation in complex products and system, Research Policy, 29, 793-804(2000)

¹¹⁾ CoPSは部門(例：航空宇宙・軍事・輸送)、機能(例：コントロールシステム、コミュニケーション・R&D)、複雑性(例：コンポーネントやサブシステムの数、デザインオプション、必要な新知識の量)の程度により分類される。