

衛星通信、衛星放送、カーナビゲーション、天気予報などに代表される宇宙開発技術を利用したさまざまなサービスがわれわれの生活の一部となっている。衛星通信と放送分野は、デジタル化により融合しあうとともに“グローバル、マルチメディア、モバイル、インタラクティブ”なサービスをターゲットにした大容量・低コストの高速衛星通信インフラの実現を目標としている。

宇宙から地球を観測するリモートセンシング分野は、オゾン層の破壊や地球温暖化などの地球規模で顕在化しているさまざまな環境問題の監視・管理手段として期待され、さらに、高分解能観測技術の発展は、実利用分野（水産、農業、災害監視など）の拡大を加速している。

ここでは、宇宙開発の動向をその利用という観点から概観するとともに、当社の関連分野での取組みの一端を紹介する。

Services driven by space technologies such as satellite telecommunications, satellite broadcasting, car navigation, and weather forecasting have become a familiar part of people's everyday lives. Advanced digital technologies are removing the boundary between satellite telecommunications and broadcasting. Satellite services offering high speed, broad bandwidth, and low cost are being planned to create global multimedia, mobile, and interactive space infrastructures.

Remote sensing technologies from space are becoming increasingly important for monitoring and controlling global problems such as the effects of greenhouse gases. Advances in high-resolution monitoring technologies are accelerating civil applications in such areas as fisheries, agriculture, disaster monitoring, and so on.

This paper provides an overview of and outlines trends in applied space technologies encompassing future space infrastructure areas, and describes Toshiba's activities in related areas.

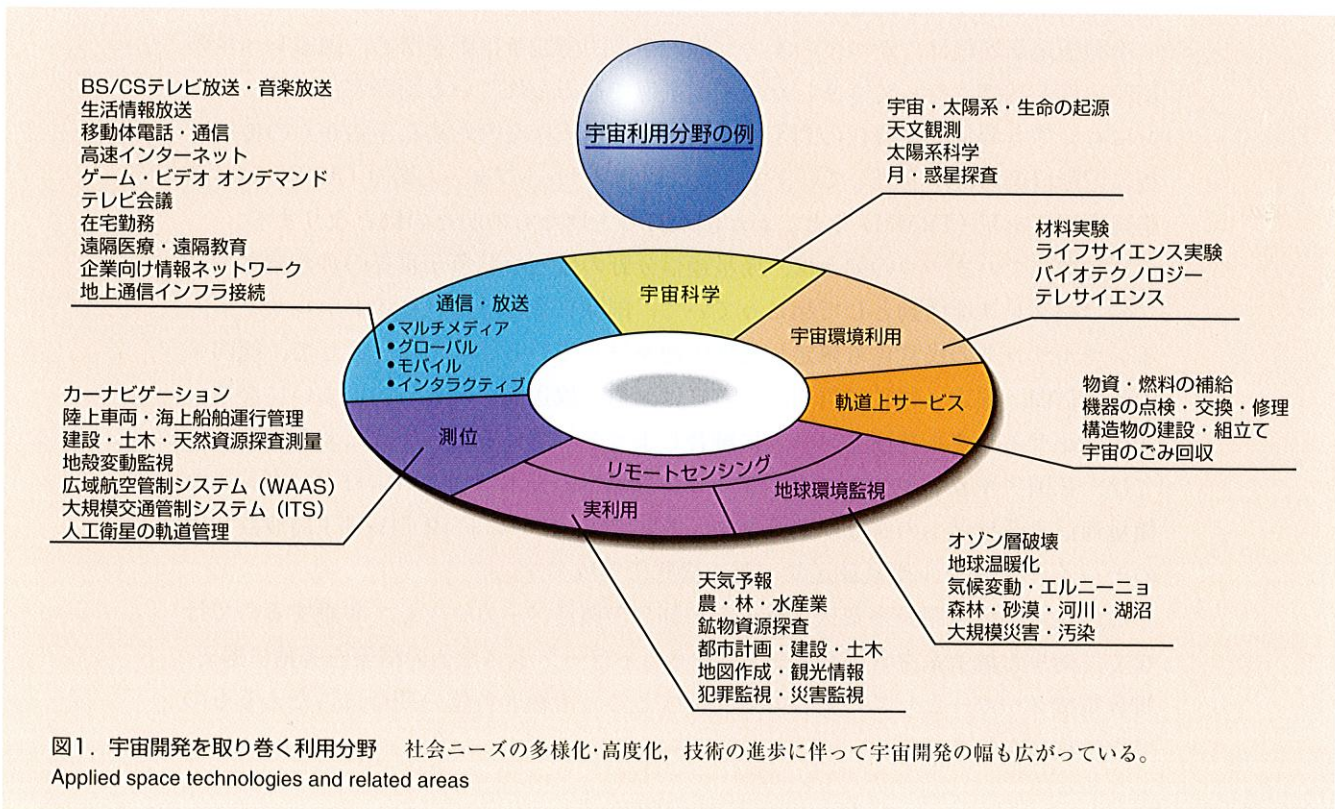
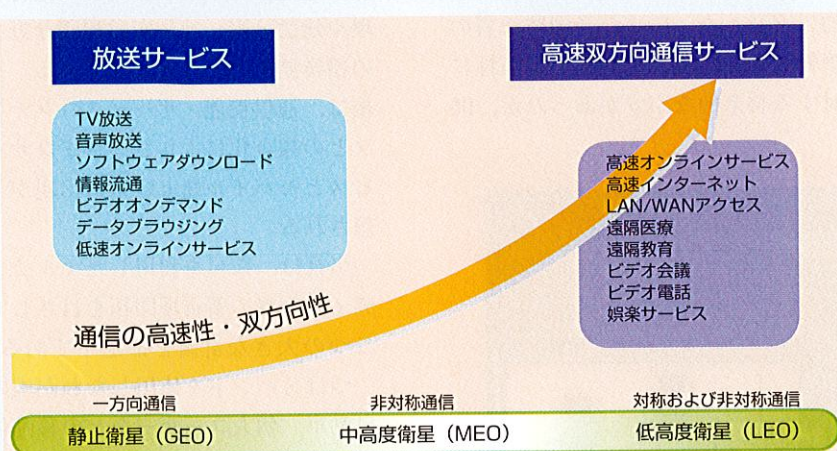


図1. 宇宙開発を取り巻く利用分野 社会ニーズの多様化・高度化、技術の進歩に伴って宇宙開発の幅も広がっている。
Applied space technologies and related areas

通信・放送サービスと衛星高度



従来、衛星通信・放送分野では高度約36,000kmの静止衛星を利用したサービスが主流であったが、98年9月にサービスを開始するイリジウム（高度780km、66機）などのモバイル電

話サービスや、当社も参画しているスカイブリッジ計画（高度1,457km、80機、2001年サービス開始）などの双方向高速通信サービスのような高度1,000km前後の低高度衛星を利用

した通信サービスも拡大しつつある。

低高度衛星で地上をカバーするためには、数十機以上の衛星群が必要になるが、静止衛星と比較して衛星電波の伝播（ば）遅延量が少ないことと衛星からの電波強度が大きいこと、双方向性、高速性を必要とするサービスやユーザー端末の小型化が容易になる。静止衛星は片方向の放送型サービスに、低高度衛星はインタラクティブなモバイル通信型サービスに適している。

わが国では、2000年初頭には光ファイバ網などの地上高速通信インフラの整備が都市部を中心に進むことが予想される。衛星高速通信サービスは、郊外、離島、山間部や途上国などの地上高速通信インフラの未整備地域向けに大きく期待されている。広域性、同報性・耐災害性などの特長を生かしつつ、地上高速通信インフラとの補完関係を強めながら発展していくであろう。

宇宙開発を取り巻く社会ニーズ、技術は大きく変化している

宇宙開発は、冷戦終結後、国威発揚の技術開発優先の時代から、“より快適なライフスタイル”を国民に提供するサービス重視とビジネス開発重視の宇宙開発、ならびに“地球の未来のため”の真理の探求と地球環境監視という2極を中心とした時代に移行している。前者では、衛星通信・放送・測位分野がもっとも進んでおり、国主導による先端技術開発と並行して民間主導によるビジネス開発が活発である。従来型の静止通信・放送衛星市場に加え、“イリジウム”に代表される低高度周回衛星を利用した移動体衛星通信サービスが急速に拡大している。後者には、宇宙、太陽系、生命の起源などを探求する宇宙科学や地球環境監視のた

めの地球観測などがあり、国際協力のもとに国主導の活動として行われている（図1）。

より快適なライフスタイルをー通信・放送・測位ー

21世紀初頭に向けて世界各国で推進している情報通信の高度化計画、いわゆる“スーパー情報ハイウェー計画”は、“グローバル、マルチメディア、モバイル、インタラクティブ”を指向した衛星通信・放送分野の新市場の拡大と技術革新を推し進める原動力となっている。電波の往復伝播時間が静止衛星高度では約500msに対して、1,000km前後の低高度では約20msと短いこと、インタラクティブなサービスに適した低軌道衛星通信サービス事業が急速に拡大している（囲み記事参照）。98年9月には低軌道衛星群による第一世代の衛星

通信システムであるイリジウム携帯電話サービスが始まる。この66機の衛星群によるグローバル通信サービスは、“いつでも、どこでも、だれとでも通信できる”という利便性だけでなく、国、民族、文化、空間などの垣根を取り払い新しい価値観を生み出す可能性も秘めている。さらに、当社が資本参加した“スカイブリッジ計画”をはじめ、“テレデシック計画”などの第二世代のLEO衛星通信システムも2000年初頭のサービス開始を目ざしてすでに開発がスタートしており、全世界のオフィスや家庭の固定端末を対象にしてマルチメディア情報をグローバルに双方向でやり取りできる大容量高速アクセスサービスシステムを目ざしている。第三世代として、わが国の郵政省が提唱しているGMMSS^(注1)計画など、パーソナル携帯端末などの移動体を対象とした双方向マルチメ

(注1) GMMSS (Global Multimedia Mobile Satellite Communications System)

家電、コンピュータ、通信、放送が融合し、携帯端末により映像などのマルチメディア情報の送受信が可能な周回衛星を用いたグローバル移動体衛星通信システム。

ディア通信サービスシステム構想があり、2010年頃の実現が期待されている。

米国防総省が開発・運用中の全世界的測位システム(GPS)は人工衛星からの電波を利用した三次元位置・時刻の計測システムであり、そ

の利便性から民生利用が急速に拡大している。わが国では地図情報との複合化・付加価値化によりカーナビゲーション・船舶分野を中心に爆発的に普及した。GPSが米国防総省の管轄であるため民生利用の継続性に対する将来的な不安があったが、96

年に発表された大統領声明により全世界への無料開放の継続が再確認された。現在、GPS利用分野は陸、海、空、宇宙のあらゆる移動体の運行管理や建設分野、地殻変動観測分野での精密測量などに拡大している。今後は、通信機能・サービスコンテンツとの複合化によりさまざまなサービスとモバイル端末産業の出現が予想される。

当社は、衛星を利用したマルチメディア分野の新市場開拓を旨として二つの大きな計画を推進中である。一つはSバンドを使用したわが国の自動車、個人ユーザーなどの移動体向けのマルチメディア静止衛星放送サービス計画であり、コンパクトディスク並みのデジタル音楽放送やMPEG4(Moving Picture Experts Group4)技術を使用したさまざまなマルチメディアコンテンツ放送を計画している。もう一つは、仏アルカテル社が中心となり欧・米・加・日の国際協力で進めている全世界の企業・家庭ユーザー向けにインタラクティブなマルチメディア通信アクセス網を提供する低高度衛星固定通信サービス“スカイブリッジ”計画である。ともに当社のソフトウェア、ハードウェア両面での総合力を結集して推進している(図2)。

また、デジタル高精細度テレビ放送(HDTV)や統合デジタル放送(ISBD)などの将来のマルチメディア衛星放送に必要な先端技術開発として、通信放送技術衛星(COMETS)ではKaバンド高度衛星放送ミッションのマルチビームアンテナおよび200W級進行波管増幅器を開発した。さらに、技術試験衛星Ⅷ型(ETS-8)では移動体向けデジタルマルチメディア放送システム技術の宇宙実証を旨としてSバンド大

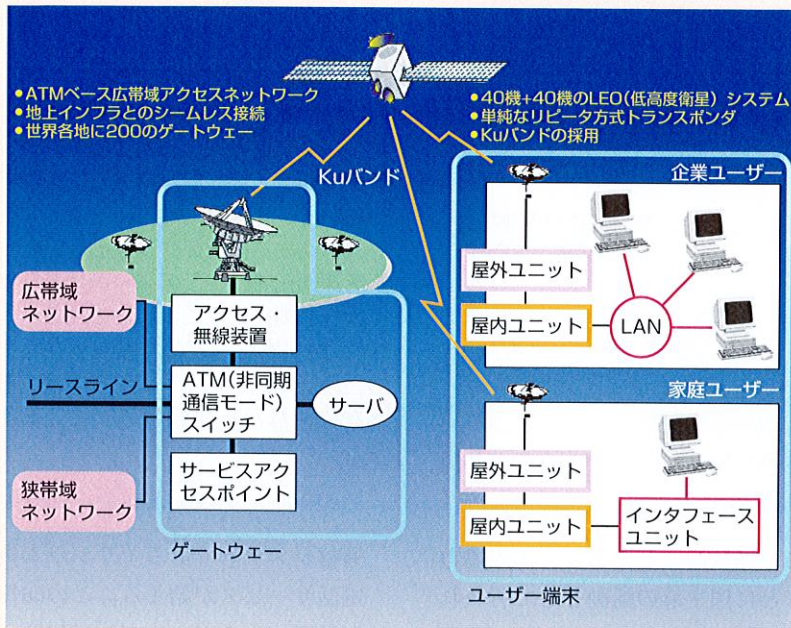


図2. スカイブリッジ計画 マルチメディア高速インターネット社会の実現を目標としている。

SkyBridge global broadband access satellite network

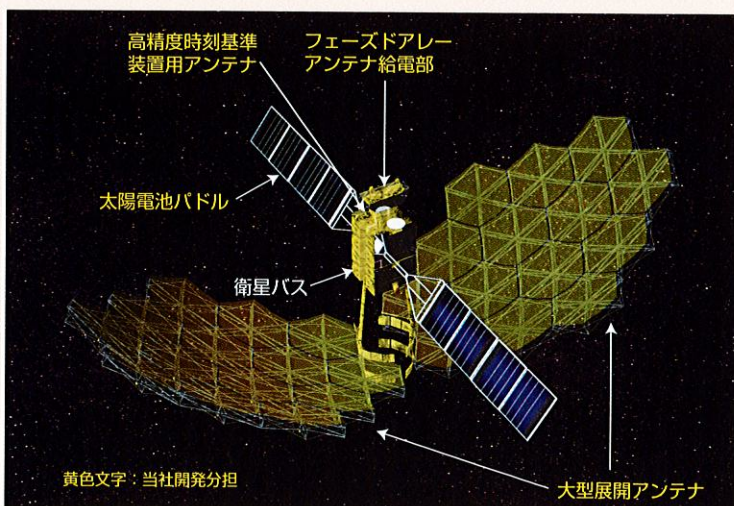


図3. 技術試験衛星Ⅷ型(ETS-8) 移動体デジタルマルチメディア放送用大型展開アンテナと測位衛星用高精度時刻基準装置の開発を目標としている。

Engineering Test Satellite VIII (ETS-8)

(注)バンド区分の概略周波数は次の通りである。
 Lバンド: 1~ 2GHz Kuバンド: 12~18GHz
 Sバンド: 2~ 4GHz Kバンド: 18~27GHz
 Cバンド: 4~ 8GHz Kaバンド: 27~40GHz
 Xバンド: 8~12GHz

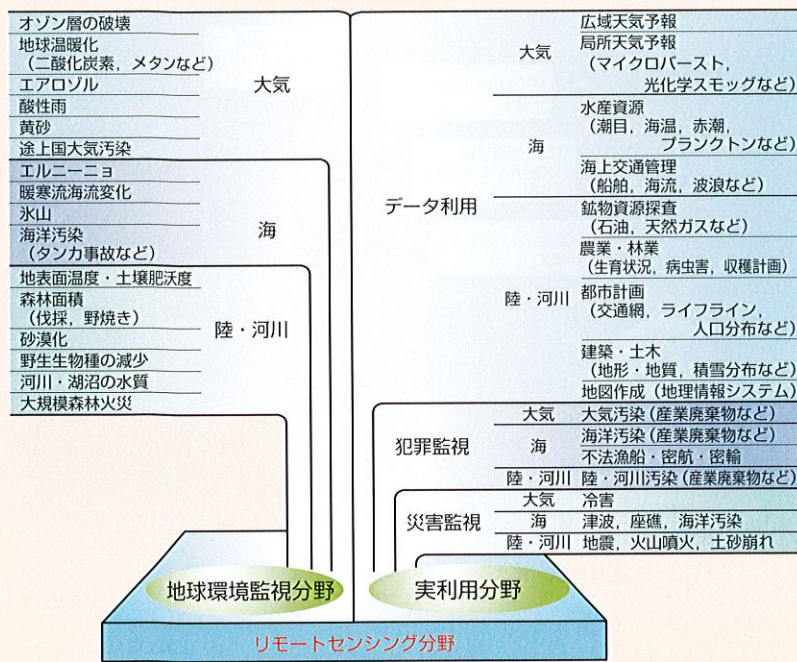


図4. リモートセンシング分野の新たなアプリケーション 地球環境監視と実利用分野の拡大が進んでいる。
New applications in satellite remote sensing

必要である。これには、光ファイバなどの高速地上通信インフラとともに前述の大容量高速衛星通信システムもその役割を担うことになろう(図4)。

当社は、地球環境問題に資する先進的な2種類の観測機器を開発した。96年に打ち上げられた地球観測プラットフォーム技術衛星“みどり”に搭載された温室効果気体観測センサ(IMG)は、大気中の二酸化炭素、メタンなどの温室効果ガスのグローバル分布を高精度で観測できる世界初の衛星搭載用高分解能フーリエ分光計であり、地球温暖化問題の専門家から高い評価を得ている。また、97年に打ち上げられた熱帯降雨観測衛星(TRMM)に搭載された主ミッション機器の降雨レーダ(PR)は、雨量の三次元分布を観測できる世界初の衛星搭載用降雨レーダであり、エルニーニョなどの世界規模で発生している気象変動の解明に貢献することが期待されている。また、将来の実利用分野を旨として2002年打上げ予定の陸域観測衛星(ALOS)に搭載される全天候型のフェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ(PALSAR)の開発にも参画している。

型展開アンテナ(外径17m)や給電部と測位衛星の基盤技術習得のために高精度時刻基準装置を開発中である(図3)。

地球の未来のために —リモートセンシング—

宇宙から地球を観測するリモートセンシング分野には、地球規模で顕在化したさまざまな地球環境問題を解決するうえで果たす国主導や国際協力による地球環境監視分野と、国民の生活基盤の安定と増進を図るための手段として観測データおよび高次処理されたプロダクトを実利用する地球観測分野がある。特に実利用分野は、冷戦終結後の1992年に米国が宇宙商業化に向けた政策変更により3m以上の分解能をもつ軍事偵察技術の民間利用を認めたことで大きく弾みがついており、現在、1m級の分解能をもつデータサービスを事業とする民間観測衛星会社(Space Imaging, Earth Watch, Orbimage)

が誕生している。実利用分野全体の約50%が1m級の分解能を要求していることから、今後商業ベースでの大きな発展が期待できる。この商業化拡大には、大量の画像データを取り扱うことから低コストで高密度データを伝送できる通信ネットワーク、ソフトウェア、情報処理機器が

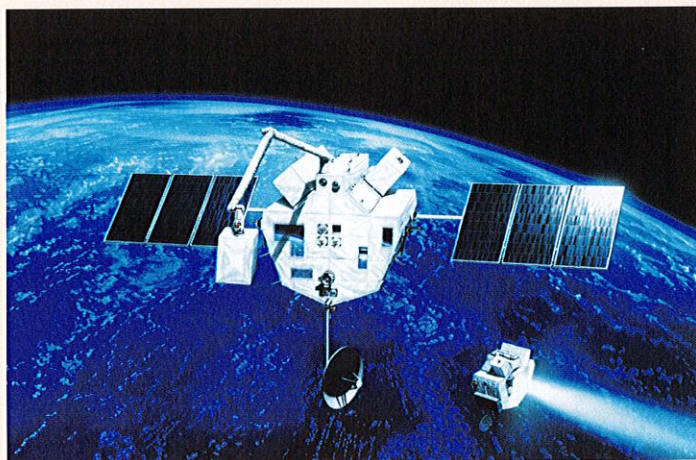


図5. 軌道上サービス機 ロボティクスは将来の宇宙サービスインフラとなる。
Orbital Servicing Vehicle using space robotics

宇宙での宅配とリサイクル —宇宙ロボティクス—

超高真空、マイクロG(微小重力)、強宇宙線という宇宙環境を利用した本格的な実験が21世紀初頭に国際宇宙ステーションを舞台に始まる。ここでは実験物資の補給・交換などを宇宙飛行士に代ってマニピュレータが行う。マニピュレータに代表される宇宙ロボティクスは将来の重要な技術インフラであり、高度な機械的作業が要求されるミッションには必須(す)の技術となる(図5)。人工衛星への物資の輸送・点検・交換・修理・燃料補給などの軌道上サービス、増加し続けるスペースデブリ(宇宙のごみ)の回収、惑星探査など多くのニーズがある。技術動向としては、単純作業ロボットから遠隔制御ロボットへ、さらには自律型ロボットへと進化していくであろう。

当社は、国際宇宙ステーション日本実験モジュール用マニピュレータ(JEMRMS)を開発中であり、事前実証として97年夏に打ち上げられたスペースシャトルのマニピュレータ実証試験(MFD)では精密ロボットアームの地上からの遠隔操作などの各種実験・検証が成功裏に実施された。さらに、97年秋に打ち上げられた技術試験衛星Ⅶ型(ETS-7)搭載のロボットアームでも将来の基幹技術としての遠隔操作実験などのさまざまな実験が行われている。

人類の未来のために —宇宙のフロンティア—

宇宙科学・宇宙天文学には人類の未来に向けて基礎科学的な探究の使命がある。米国航空宇宙局(NASA)は21世紀に向けて宇宙・生命・太陽系の起源を探る壮大な“オリジン計画”を発表した。わが国では、宇宙科学研究所(ISAS)が中心となって各種の天文観測や太陽系観測計画を推進

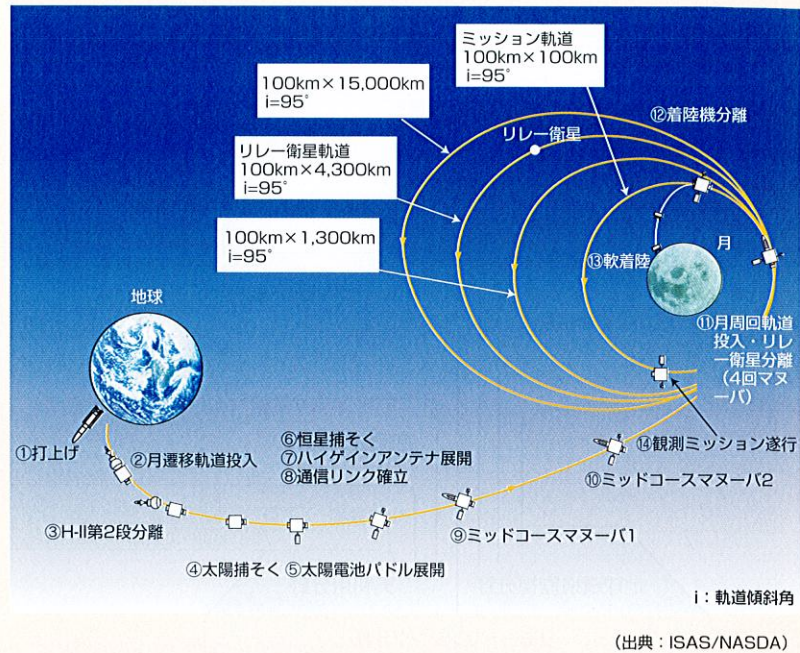


図6. 月探査周回衛星計画(SELENE) 人類の未来へ向けて月の起原と進化を総合的に解明する。
Selenological and Engineering Explorer (SELENE)

している。2003年ごろに打上げ予定の宇宙科学研究所と宇宙開発事業団(NASDA)の共同計画である月探査周回衛星計画(SELENE)では、月の起源と進化を総合的に解明するために、月面の科学組成、鉱物組成、地形、地下構造、磁場、重力場の全球観測とともに月面軟着陸、月面環境での機能維持などの月探査に必要な新規技術開発が行われる(図6)。

新しい産業の創出を目指して

97年に発表されたわが国の“経済構造の変革と創造のための行動計画”の中で、今後成長が期待される15分野の一つに航空・宇宙(民需)分野が含まれている。その市場規模は、航空と宇宙を合わせて現状の約4兆円が2010年には8兆円程度に増加すると予想されている。

産業としての宇宙開発を見ると、衛星通信・放送・測位分野を中心に本格的な利用時代を迎えており、リモートセンシング分野がその後

こうとしている。とくに、同報性、広域性、柔軟性、耐災害性という宇宙システムの特長を生かした新たなマルチメディア高速衛星通信サービスは、われわれのライフスタイルと価値観に大きな影響を及ぼしながら、さまざまな新市場を創出するであろう。

従来の“Technology driven”型の宇宙開発から“Market driven with Strategic Technologies”型に視点を変え、高度化・多様化する市場ニーズを的確、タイムリー、幅広にとらえながら、宇宙開発事業の拡大、創出に挑戦していきたい。



岸本 仁
KISHIMOTO Hitoshi

宇宙開発事業部 宇宙事業推進部企画担当部長。
新規宇宙事業の企画に従事。
Space Programs Div.