

Space 2030: Exploring the Future of Space Applications

Summary in Japanese

スペース 2030 : 宇宙応用の未来を探る

日本語要約

2002 年に行われた宇宙分野の主要事業者との広範な協議を受け、OECD 国際未来プログラム (IFP) は 2003 年 1 月、向こう 20~30 年の宇宙セクターの未来を探る 2 年間の未来プロジェクトを正式にスタートさせた。このプロジェクトの目的は、OECD 諸国がどうすれば国家・商業的宇宙応用から社会全体への恩恵を引き出すことができるかを理解することにある。

この第一回中間報告はプロジェクトの初期段階について紹介したものである。まず、宇宙セクターの現状とこの分野の様々な専門家によって特定されているその発展への制度、法律、規制上の障害についてレビューし、次にそれを踏まえてその後の各章で未来志向的な分析を行っている。

宇宙セクターの現状

産業の現状

1990 年代に急拡大した後、宇宙産業は IT バブルの崩壊と「ビッグ LEO の破綻」(イリジウム計画等低軌道 (LEO) 衛星群による移動体通信の失敗) から徐々に回復してきている。川上分野 (発射装置・衛星のメーカーや衛星打ち上げ会社) は 2000 年代初めに特に深刻な打撃を受けた。川下分野 (電気通信、測位・ナビゲーション、地球監視・観測等宇宙関連の製品・サービス業者) はさほど大きな打撃を受けていない。

川上分野は緩やかな回復。 打ち上げ回数は 2003 年も引き続き低迷した (3 年連続の低迷)。大気圏再突入に失敗したコロンビアの打ち上げを除くと、世界全体の打ち上げ回数は 2002 年と同じ 62 回である。衛星の製造は打ち上げ回数減少の打撃を受けた。宇宙船の耐久性と能力の大幅向上により新たな衛星を製造したり補充したりする必要性が薄れていることで、その打撃は更に増幅された。2001 年には打ち上げ衛星数が 75 基にとどまり、衛星産業は不振に陥った。これは過去 10 年の最低であり、前年に比べ 32% の落ち込みであった。2002 年の打ち上げ衛星数は 80 基余りに達したが、2003 年には再び 69 基に落ち込んだ (ちなみに

1998年の打ち上げ衛星数は150基)。ユーロコンサルトによれば、2003年に受注された商業衛星はわずか19基、推定で総額21億ドルにとどまった。

しかし、既に底をつけた兆しが出ている。例えば、アリアンスペースはコストの削減と不採算契約の回避により2003年に黒字へと復帰した。欧州の宇宙機器メーカー最大手、ヨーロッパ・エアロノティック・ディフェンス・アンド・スペース・カンパニーの宇宙部門（EADS スペース）も回復の兆しを見せている。同社は、リストラ（EADS アストリウム的大量レイオフを含む）によるコスト削減を行っているほか、2003年には通信・科学衛星の新規受注が6億ユーロを超えた。同様のリストラは大西洋の反対側でも行われている。

川下分野の成長にはばらつき。川下分野の状況はいくぶん明るさを増しているように思われるが、伸びにはばらつきがある。川下分野で最も成熟している静止通信衛星サービス産業を構成する通信衛星事業者36社の2003年の収益は、横ばいの61億5,000万ドルであった。静止通信衛星サービスは衛星通信の総収益の95%を占める。通信衛星事業者はITバブルの崩壊からまだ完全には回復していないものの、主な顧客である直接放送サービス（DBS）事業者（通信衛星事業者の収益の3分の2を占める）の急成長によって恩恵を受けている。実際、世界のDBS産業の収益は、1995年の15億ドルから2001年には225億ドルへと急拡大している。2001年には54社以上のDTH（直接衛星放送）事業者が配給するテレビチャンネル数は5,000を超え、契約者数は世界全体で4,500万人余りに達した。DTH事業者54社の2003年の収益は、前年比27%増の330億ドルに達している。

もう一つの急成長分野は衛星を利用した位置情報・ナビゲーションサービスである。ただし、OECD地域で現在完全に稼働しているシステムは一つ——米国の全地球測位システム（GPS）——しかない。GPSは既にハードと付加価値サービスを合わせると推定で約106億ドル（2001年）に上る大規模な川下市場を創出している。GPSチップを組み込んだ製品は益々増えているので、2010年にはこの市場は410億ドルに達する可能性がある。2010年代後半にはガリレオも参入するので、市場の成長には更に拍車がかかるはずである。2020年にはナビゲーション・システムの利用者数は25億人に達するという楽観的な予測すらある。

第三の主要な川下分野は地球監視・観測（EO）であるが、この市場ははるかに小さく、苦戦している。近年の大幅な技術進歩にもかかわらず、監視・観測商業衛星の景気見通しは競争が極めて厳しい市場の中で依然として先行き不透明である。2003年の商用リモートセンシング産業（航空・衛星部門を含む）の売上高は推定26億ドルで、衛星部門が全体の約3分の1を占めていた。2010年にはこの産業の売上高は60億ドル（うち20億ドルが衛星部門）に達する可能性がある。

公共宇宙市場

宇宙製品・サービスの商業需要は年々重要性を増してきているものの、今でも宇宙産業の主要な市場となっているのは政府の需要である。実際、2000年以降の商業活動の低迷により、政府が再びシェアトップの座に返り咲いている。2001年の世界全体の宇宙関連公共予算は推定で380億ドルであったが、2003年には430億ドルへと上昇しており、2010年には500億ドルを超える可能性がある。2003年には、宇宙関連の公共予算のうち約57%（243億ドル）は民生応用に

配分され、残り 43% (185 億ドル) は軍事宇宙プログラムに配分された。2010 年までは、軍事宇宙予算は冷戦終結以降初めて民生プログラム向け予算と肩を並べる可能性がある。

宇宙セクターの将来にとって特に重要なのは、米国の宇宙関連公共予算の伸びと新たな方向付けがどうなるかである。米国の軍事宇宙予算は 2003 年の 175 億ドルから 2010 年には推定で 250 億ドルへと 40%増加する見込みである。2004 年 1 月 14 日に発表されたブッシュ大統領の新たな宇宙探査計画により、NASA の予算も、より緩やかにではあるが (向こう 5 年間に年 5%ずつ) 増加していくはずで、2010 年には 180 億ドルに達する可能性がある (2004 年は 160 億ドル)。同時に、スペースシャトル (2010 年までに引退の予定) と国際宇宙ステーション (ISS) (2016 年に完成予定) から、探査ミッションと有人探査機開発への大幅な予算配分の見直しも行われる見込みである。額はもっと小さいが、欧州の宇宙関連統合予算 (2003 年は 50 億ユーロ=62 億ドル) も、ペースはより緩やかになるものの拡大していくはずで、2010 年には約 80 億ドルに達する見込みである。はるかに低い水準からではあるが、アジアの主な宇宙先進国 (特に中国とインド) の宇宙関連公共予算も急増が見込まれる。

未来の成長への枠組み上の障害

多くの専門家によれば、宇宙分野の事業者は、技術的・経済的な課題に加えて、宇宙セクターの開発の足を引っ張り、大手を含めた一部企業の存続すら脅かしかねない多くの制度、法律、規制上の障害にも直面している。特定されている主な障害としては以下がある。

- **市場アクセス制限**：1997 年の世界貿易機関 (WTO) 基本電気通信サービス協定によって自由化されているにもかかわらず、自由化プロセスは依然として不完全である。
- **調達政策**：公共セクターは宇宙産業の主要な市場であるが、その一方、政府は宇宙産業にとって必ずしも信頼性と予測可能性の高い顧客やパートナーとなっていない。
- **輸出管理と投資制限**：こうした制限によって先行き不透明感が生じ、市場の損失につながるるとともに、効率的な業界再構築が妨げられている。
- **電波配分に係わる問題**：国際電気通信連合 (ITU) の努力にもかかわらず、周波数の配分と利用や電波干渉の軽減は益々難しくなっている。
- **新規応用開発への障害**：各国政府は商業宇宙開発に十分な注意を払っていないが、民間企業が膨大な技術リスクや市場リスクにさらされていることを考えると、こうした政府の姿勢は極めて重大である。
- **法規制上の制約**：国際法の基本原則は公法の文脈で確立されたので、それをビジネスの世界に適用する場合には実質的な解釈が必要となる。これが業界にとって先行き不透明感の原因となっている。更に、様々な規制も市場の断片化、コストの上昇、応用利用の不当な遅れにつながっている。

宇宙セクターの未来を探る

一般的アプローチ

この調査では長期のタイムフレームを採用しているため、需要サイドの分析には、主にランド研究所により開発された手法に基づくシナリオ・アプローチが利用されている。これは、1) 今後の世界の進展に関して異なるビジョンを提供する適切なシナリオを作る、2) 政治、経済、社会、エネルギー、環境、技術の視点から見た各シナリオの結果を描く、3) 宇宙セクターの主な分野の今後の進展や具体的な応用の今後の需要に及ぼす影響を引き出す、というものである。

シナリオを作る上では、地政学的動向、社会経済的動向、エネルギーと環境に関連する動向、技術関連の動向という四つの主な変化の原動力について考慮されている。主な原動力としてこの四つが選ばれたのは、世界情勢の今後の進展にとっても宇宙セクターにとっても重要だからである。

本報告書で提示されている分析はこの原動力別のバックグラウンド作業をベースにして行われている。まず、外部の専門家によって作成された原動力別のシナリオを出発点として、三通りの総合シナリオが作られた。次に、宇宙セクターの主要三分野（軍事宇宙、商業宇宙、民生宇宙）の今後の進展への影響について検討され、「有望」と考えられる宇宙応用が特定された。

総合シナリオ

バックグラウンド報告書をベースにして作られた三通りの総合シナリオは、「**順風満帆**」（比較的楽観的なシナリオ）、「**未来へ逆戻り**」（中間のシナリオ）、「**暴風雨**」（比較的悲観的なシナリオ）である。

シナリオ1：「順風満帆」。このシナリオでは、国際機関の善意ある指導によりグローバルな世界秩序が確立する方向へと進展し、自由市場と民主主義が徐々に国家制度の許容可能な普遍的モデルとなっていく。主な貢献要因としては、グローバルな貿易の拡大と世界的な生産の国際化が挙げられる。また、輸送・通信の発展やグローバルな問題への関心の高まりも重要な動向として挙げられる。良好な経済情勢の中で、国家間の協力が貧困削減等世界的な問題の解決に効果的に寄与する。

シナリオ2：「未来へ逆戻り」。このシナリオでは、三つの経済大国（米国、欧州、中国）が世界を支配する。当面は米国がトップの座をキープするが、経済パフォーマンスが比較的低迷し、トップの座は徐々に侵食されていく。米国は、急成長を遂げ自信を強めている中国にトップの座を脅かされる。ロシアはその際重要なサポート役を果たす。なぜならばロシア当局も西側の批判によって疎外される傾向があるからである。欧州も経済大国の座にとどまるものの、内向きで、制度は弱体のままである。25ヶ国へと欧州連合（EU）を拡大したことで統合努力を大幅に遅らせたからである。中国とロシアの唯我独尊的な提携に直面して、欧州は米国との関係を強化し、軍事面で協調する道を選ぶ。

シナリオ3：「暴風雨」。大国間の激しい対立により国際機関は徐々に弱体化していく。米国は、国際問題への介入が厳しい批判にさらされて、ますます孤立主義を深め、自国の死活的な利益への脅威となることから受け入れられないあらゆる軍事行動から身を引き、限定的な弾道ミサイル攻撃から米国領土を守る弾道ミサイル防衛システムの配備を決定する。民族紛争が多発し、大量の難民とテロをもたらす。核保有国が増え、アジアと中東を中心に破壊的な地域紛争勃発の可能性が強まる。

世界的な保護主義への回帰により経済情勢は悪化する。国際協力の代わりに目先の**現実政治的**な考慮のみによる二国間主義が台頭し、増加する社会問題や生態系の問題はほとんど無視される。

シナリオ作りは、もちろん、ある程度恣意的なものである。強力な欧州連邦が出現し、多くの政策分野で主導的な立場に立つとか、欧州、ロシア、中国が協力関係を強化し、米国支配とのバランスをとるとか、別の可能性を予想することもできる。シナリオとは、せいぜい、そうなりそうな未来ではなく、そうなる可能性のある未来を示しているだけである。シナリオ作りは、未来に関する幅広い想定が手近な問題（この場合は宇宙セクターの未来）にどのような影響を及ぼすかを示すことに最大の眼目がある。

宇宙セクターへの影響

本報告書で示されている三通りの総合シナリオは未来の世界についてまったく異なるビジョンを提示している。しかし、こうした相違にもかかわらず、これらのシナリオには宇宙セクターへの影響の点で幾つかの共通した見方がある。

どのシナリオでも、**軍事宇宙**が程度は異なるものの重要な役割を果たす。シナリオ 1 の比較的平和な世界でも安全保障への関心は高く、一部の国は軍事宇宙能力を強化しようとする。従って、世界には軍事用と軍事・民生両用の宇宙資産に対する旺盛な需要があり、米国以外の軍事用及び両用の宇宙研究開発予算は大幅に増加する。

民生宇宙もシナリオによって異なるが、やはりどのシナリオでも理由は異なるものの重要な役割を果たす。シナリオ 1 では、民生宇宙は世界的な問題（教育、保健医療、環境）解決への国際協力促進に資する。シナリオ 2 では、ソフトパワーを高めるための威信をかけたプロジェクトや企てによって、月や火星への華々しい冒険が行われる。宇宙は国際問題の解決にも利用されるが、その方法は調整力に欠け、断片化し、実効性の薄いものとなる。シナリオ 3 でも民生宇宙の見通しは暗くない（ただし、配分される資源は比較的少なくなるかもしれない）。他のシナリオ同様、両用技術の開発が重視され、威信やソフトパワーも重要な原動力となる。

商業宇宙はシナリオによってはるかに大きく異なる。シナリオ 1 では盛り上がり、シナリオ 2 では好調を維持するが、シナリオ 3 では大幅に抑制される。しかし、欧米の宇宙関連企業にとって最も好ましいのはシナリオ 2 かもしれない。非欧米企業との競争から守られることになるからである。どのシナリオでも、商業宇宙は宇宙軍事予算の恩恵を受ける。

有望な宇宙応用の特定

有望な宇宙応用を特定するために採用されているアプローチは、本質的に定性的なものである。具体的には、まず各シナリオが宇宙応用の潜在的な需要に及ぼす影響を探り、次に供給サイドを調べこの需要に応えられる可能性について評価するというものである。こうした「現実性の点検」を踏まえて、将来的に需要も技術的な実現可能性も見込める「有望な」応用のリストが作成される。

本報告書で検討されているのは、(1) 電気通信、(2) 地球監視・観測、(3) 測位・ナビゲーション、(4) 宇宙輸送・生産（宇宙旅行／冒険、製造、軌道上サービス）という四つの応用分野である。

電気通信：電気通信サービスは三つのどのシナリオでも長期的に旺盛な需要が見込まれる。しかし、各需要（軍事、民生、商業）の相対的な重要性はシナリオによって異なる。シナリオ 1 では、民生・商業宇宙が相対的に大きな役割を果たし、宇宙ベースの社会問題解決やデジタルデバイド解消への道が開かれる。これに対し、シナリオ 3 では、電気通信サービスへの軍事需要が支配的となる。シナリオ 2 では、各需要はもっとバランスがとれる。電気通信の最も有望な応用は遠隔医療、遠隔教育、電子商取引、マルチメディア・エンターテインメントかもしれない。

地球監視・観測：地球監視・観測（EO）サービスへの需要はどのシナリオでも増加が見込まれるが、需要構成は異なる。電気通信サービス同様、シナリオ 1 よりシナリオ 2 と 3 の方が軍事需要は伸びる可能性が高い。逆に、民生・商業需要はシナリオ 1 の方が伸びる。国内のセキュリティを強化するための応用（天災や人災、異常気象への対策も含む）はどのシナリオでも重要な役割を果たす。

測位・ナビゲーション：測位・ナビゲーションサービスは、三つのどのシナリオでも旺盛な需要が見込まれる。このサービスも需要構成はシナリオによって異なり、軍事需要が多くなるのはシナリオ 2 と 3、商業需要が多くなるのはシナリオ 1 である。シナリオ 1 では他のシナリオよりインフラ整備が急速に進むので、建設業界や都市プランナーからの宇宙ベースの測位サービスへの旺盛な派生需要が生じる。また、交通量の増大が見込まれるので、ナビゲーションサービスと位置情報サービスへの需要も大幅に伸びる。

宇宙輸送・生産：この分野には宇宙旅行／冒険、軌道上サービス、軌道上製造（微小重力下での医薬品や新合金の検査・製造）、宇宙発電（宇宙から地球へエネルギーを供給する宇宙太陽光発電システム）、地球外採鉱（月の鉱山等）等が含まれる。これらの活動の見通しは、宇宙へのアクセスコストをどの程度削減できるかや、民間企業にとって宇宙環境がどの程度有利なものになるかに大きくかかっている。大半の活動への需要は三つのどのシナリオでも低い。例外は、シナリオ 1 の場合の宇宙旅行（良好な経済状況による）とシナリオ 2 の場合の宇宙リレー衛星（宇宙を通じてエネルギーを送れるようになればエネルギー供給の安定確保は強化される）である。

有望とされた幾つかの応用は、技術的な実現可能性もさることながら、コストと提供されるサービスの点から見るとその魅力は更に強まる可能性が高い。ただ、一部の応用については地球上の代替手段との激しい競争にさらされる可能性がある。特に、宇宙へのアクセスコストの変動からほとんど影響を受けない電気通信、地球監視・観測、位置情報サービス等の情報サービスについてはそうである。一方、宇宙旅行、軌道上サービス、電力リレー衛星（PRS）等は技術的な実現可能性が疑わしい。宇宙へのアクセスコストの今後の動きに決定的に依存しているからである。

© OECD 2004

This summary is not an official OECD translation.

Reproduction of this summary is allowed provided the OECD copyright and the title of the original publication are mentioned.

多言語版要約は、英語とフランス語で発表された OECD 出版物の抄録を翻訳したものです。OECD Online Bookshop www.oecd.org/bookshop/から無料で入手できます。

お問い合わせは OECD 広報局権利・翻訳部にお願いいたします。

rights@oecd.org

Fax: +33 (0)1 45 24 13 91

OECD Rights and Translation unit (PAC)
2 rue André-Pascal
75116 Paris
France

ウェブサイト www.oecd.org/rights/

