

各分野における諸外国の状況と 我が国における今後の目標(素案)

I. 通信・放送

1. 宇宙利用の位置付け

- 宇宙通信は、広域性、同報性、耐災害性など多くの特徴を有しており、通信・放送サービスの分野では早くから実用化が行われ、既に国民生活に不可欠なものとなっている。
- 地上のインフラと相互に補完する形で利用されている場合が多く、地上インフラの整備・高度化の進展に伴ってその機能、適用範囲も変化する。
- 被災地等との間の通信手段の確保に人工衛星は極めて有効である。また、遠海上の航空機・船舶等においては、人工衛星が唯一の広帯域な通信手段となっており、安全の確保等の目的においては重要な役割を果たしている。

2. 諸外国の状況

(1) 米国

- 国防総省(DoD)が配備する MILSTAR や DSCS などの軍事通信衛星のシリーズにおいて継続的に先端技術開発が行われ、ここで衛星メーカーが培った技術を商用衛星へ転用することにより、衛星製造ビジネスとして商業化が行われている。
- 民生利用としては、多くの通信・放送事業者が衛星を運用して通信・放送サービスを提供しており、最近では移動体向けのデジタル音声放送サービスも開始されている。
- また、低軌道に打ち上げた数十個の衛星群を用いた移動体通信サービスは複数のプログラムが運用または計画されており、静止衛星を用いたグローバルなブロードバンド衛星通信放送サービスも新たに複数計画されている。

○衛星放送以外の一般家庭向けの直接サービスとしては、衛星インターネット通信サービスが実用化されており、ヒューズ社の提供する DirecPC サービスでは約25万ユーザ(2001年12月末時点)が利用している。

(2) 欧州

○欧州においても軍事通信衛星(英: SKYNET、仏: SYRACUSE、伊: SICRAL)の開発は精力的に行われており、官需による実用化技術開発の仕組みが整っている。

○宇宙開発の中心的役割を持つ欧州宇宙機関(ESA)は、2001年度予算において通信関係予算を倍増(176→371百万ユーロ)するなど、衛星通信産業の競争力強化を狙っている。また、民間企業との共同出資による研究開発プロジェクト(ARTES)を推進しており、商業化を目指した競争力のある衛星通信システムの研究開発を行っている。

○民生サービスとしては、欧州域内の国際機関であるユーテルサットが中心となり衛星通信サービスが提供されていたが、2001年の民営化以降、衛星通信事業者の再編とグローバル化が進んでいる。

(3) アジア(日本以外)

○アジアの地域では、国土が多数の島に分散しているという地理的要因や、地上インフラ整備の遅れなどの理由から衛星通信が広く用いられている。

○特にインドネシアは宇宙開発利用に積極的であり、最近では ACeS 社(インドネシア)が移動体衛星通信サービス(電話)を提供しており、インドネシア、フィリピン、インド、中国など20ヶ国以上の地域をカバーしている。

○また、アラブ首長国連邦の Thuraya Satellite Telecommunications 社のスラヤが携帯端末等による移動体衛星通信サービスを提供しており、中東、北アフリカに留まらず、欧州、ロシア、インドなどを含めた99ヶ国をカバーしている。

3. 我が国における現状

- 我が国においては、通信・放送分野の技術開発は総務省の通信総合研究所を中心に行われており、宇宙開発事業団の開発する技術試験衛星等においてシステム技術の宇宙実証が行われている。
- 主要プロジェクトとしては、宇宙開発事業団を中心に技術試験衛星Ⅷ型（ETS-VIII）と超高速インターネット衛星（WINDS）の計画が進められており、それぞれ移動体通信・放送・測位技術の実証、高速大容量通信技術の実証を目的とした開発が行われている。
- また、欧米諸国のような防衛用途を目的とする通信衛星の開発は行われておらず、防衛庁を含め各省庁や自治体が民間通信衛星を利用している（下表参照）。

省庁名	通信衛星名
防衛庁	スーパーバード、インマルサット、他
警察庁	スーパーバード、インマルサット、他
総務省・消防庁（自治体）	スーパーバード、他
国土交通省	インマルサット、JCSAT、N-STAR、他

- 民生利用においては、家庭向けのCS放送やBS放送、通信事業者による日本本土と離島との通信などに利用されている。（BS 放送：約 1,100 万件、CS 放送：約 300 万件、2001 年 12 月末時点）
- また、通信衛星を用いた遠隔医療などの試みも始められており、離島や山間部など大都市から離れた場所において、高度医療が受けられる期待が高まっている。
- 最近では米国の例と同様な小型地球局を用いた衛星インターネット接続サービスも提供されている。
- また、2004 年頃に、自動車等の移動体向け衛星デジタル音声放送の民間サービスが検討されている。

4. 目標とその達成に向けた取組み

(1) 10年後の達成目標

○地上系(有線・無線)とのシームレス化のため、高速大容量通信の実用化(移動体通信で数 Mbps 級の回線、小型地球局で 100Mbps 級のアクセス回線、拠点間で 1Gbps 級のバックボーン回線の実現)

【参考】回線容量と利用可能なコンテンツの例(H13 情報通信白書より)

- 64kbps: 電話、FAX、電子メール
- 500kbps: 静止画像、音楽がスムーズに視聴可能
- 1.5Mbps: 動画像がなんとか見られる程度(TV 会議)
- 6Mbps: 通常のテレビ映像品質の放送
- 22Mbps: 高精細度テレビ放送(映画なみ)

○利用不可能地域(ビル陰、山間地、僻地)の解消

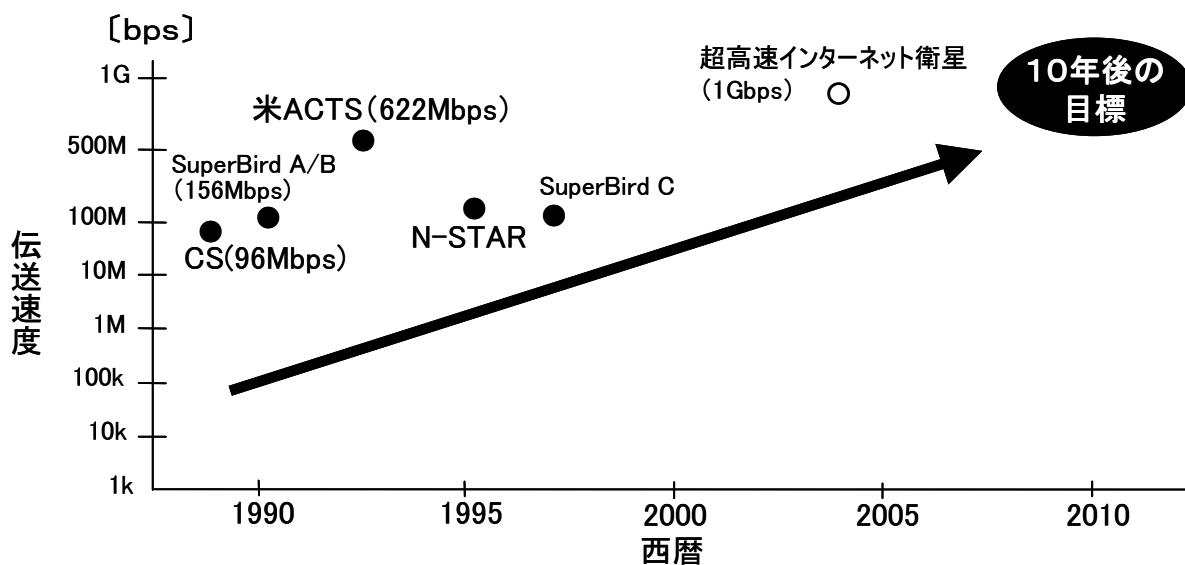


図1 衛星通信の伝送速度の変遷

Ⅱ. 測位(位置情報、時間同期情報の提供)

1. 宇宙利用の位置付け

- 人工衛星からの電波を利用した測位情報の提供は、地球上の広範な地域で24時間連続・リアルタイムに、同質の位置情報を最も効率的に提供する唯一の手段である。
- 測位情報は、宇宙ロケット、人工衛星群の管理、航空機の航行、海上航行などにおける航法支援及び安全確保、自動車のナビゲーション、建設機器等の遠隔操縦管理、測量、地殻変動観測、通信ネットワーク同期などの分野で利用が進んでいる。我が国では現在、米国が開発・運用しているGPSが軍事目的のみならず、民生利用においても不可欠な状況となっている。また、最近では、民間企業により、携帯電話を用いた位置情報提供や、緊急時通報(メーデーシステム)、セキュリティ対応などに関する新たなビジネスが展開されつつある。
- また、人工衛星は、GPSをはじめとする既存の全世界的航法衛星システム(GNSS: Global Navigation Satellite system)を広い地域で補完し、その測位精度や完全性を向上させるための手段としても有効である。(地域は限定されるが地上系の通信リンクを利用する各種補強システムがあり、活用されているのが一般的である。)

2. 諸外国の状況

(1) 米国(GPS: Global Positioning System)

- GPS は、米軍等の活動を支援するために開発された、高度約2万kmの軌道上の24機(6軌道×各4機)の衛星とその管制系から構成される全世界的航法衛星システムである。(水平方向精度: 民生用で約 22m)
- 米国は、民事、商業及び科学的な利用のためにGPSを継続的に維持し、利用者に直接課金することなく全世界に開放することを保証するとともに、GPS及びその補強システムを国際標準化するよう外交努力すると

の政策を堅持している。

- 今後、軍事目的利用に係る脆弱性の克服、非軍事サービスにおける精度の向上の必要性から、段階的なアップグレードを計画中である(2013年までに衛星システムのみで1~5m)。民生用に、地上系及び静止衛星による補強システムの整備も行っており、2周波利用の受信機では10~20cmの高精度を得られる補強システムもある。また、低速移動の測量系ではリアルタイムキネマティックス(RTK)法により1~2cmの精度を確保できるものもある。
- 衛星システムの開発・運用費用は国防総省が、民生用補強システムの整備費用は運輸省が負担している。第1世代衛星システムの開発は1960年代初期から開始され、これまでの累積投資額は約1兆4千億円(衛星群、打上げ費用、地上制御系、軍用受信機の開発費用を含む)となっている。
- 民間企業が提供する補強サービスを抑制しないとの基本原則の下、米政府は、WAAS(Wide Area Augmentation System: 静止衛星からDGPS補正情報及びGPS信頼性情報を航空機に提供、連邦航空局が整備)などの補強システムを構築した。
- 民間の測量サービス等において、精度cm級のGPS併用の地上系相対測位システムが運用されている(ただし、基地局から10kmの範囲)。
- 米連邦通信委員会(FCC)のEnhanced 911新法令により、交通事故などの緊急事態が発生した際、携帯電話からの通報時に通報者の位置を自動的に知らせることが携帯電話事業者に義務付けられており、GPSは有効な測位手段のひとつとして携帯電話事業者やメーカーがGPS対応携帯電話の開発に取り組んでいる。

(2)ロシア(GLONASS:GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM)

- GLONASS は、軍事用として開発され、ロシア航空宇宙局(RASA)が運用している全地球的衛星測位システムである(24機(3軌道×各8機)、高度約1万9千 km、水平方向精度:60m)。
- 軍事利用のみならず、民生用として無償開放されている。
- 1995年に24機の衛星の配備をもって本格運用されたが、資金難等の事情により、代替衛星の打上げが十分ではなく、現在は10機程度の衛星しか稼動していない。衛星の小型化による経費低減を計画するとともに、海外資金協力を呼びかけている。
- 欧州等では、GPS/GLONASS併用受信機も普及している。我が国においても研究機関や大学を中心に活用されている。

(3)欧州(GALILEO)

- GALILEOは、欧州連合による民生用の全地球的衛星測位システムであり、高度約2万4千kmの軌道上に30機(3軌道×各10機)の衛星を配備する計画である(2008年運用開始、水平方向精度4mを目標)。
- 衛星測位システムの制御権を一国の軍当局に委ねることを問題視し、民生用衛星測位システムの構築に、欧州として指導力を発揮することを目的としている。高精度なGPS Block IIIの打上げ開始(2009年予定)までに、市場で地位を確立する目論見と推測される。
- 現在、同計画の資金負担(科学研究—運輸及び民間)、米国による安全保障の観点からの問題提起により、欧州内で計画の是非と進め方について議論が行われている。また、一部サービスの課金も主要論点となっている。
- また、現在、ESA(欧州宇宙機関)がGPS、GLONASSを補強するEGNOS(European Global Navigation Overlay System)を構築中。

3. 我が国における現状

- 我が国は、1998年9月の日米共同声明において、①米国政府は継続的に利用者に直接課金なしに民生用標準測位サービスを提供する意向を示し、②日米両政府は、緊急事態に対する準備の必要性とともに、民生利用を不当に中断又は劣化させることなくGPS及びその補強システムの誤用・悪用を避ける必要があることを認識し、③日本政府は、米国との間でGPS標準測位サービス及びその補強システムの健全な運用と効果的な利用を促進するために協力するとの方針を打ち出している。
- 我が国における衛星測位技術の開発については、
- ① 衛星測位システムに関する技術開発をしない。
 - ② 将来の衛星測位システムに必要な基礎技術の開発（当面、GPS利用のみ、ただし複数衛星による技術試験は行う）
 - ③ GPS補完を基本とする衛星測位システムの開発（GPS補完が基本となるが、単独でも利用可能なシステム）
 - ④ 複合ミッションを取り入れたGPS補完衛星測位システムの開発（GPS補完が基本となるが、単独でも利用可能かつ複合ミッションを搭載するシステム）
 - ⑤ 国際協力による世界規模の衛星測位システムの開発（当初から国際的なシステム開発を想定し、それを目指した技術開発を行う）
- という5つのシナリオのうちから、国際的な環境に不確定な部分があることを考慮し、当面はどのような状況にも対応できることを旨として、②によって開発を行うこととし、衛星搭載用原子時計（水素メーザ）の研究開発、技術試験衛星Ⅷ型を利用した衛星測位要素技術試験（高精度時刻管理、高精度衛星軌道決定）を実施することとした（1997年3月 宇宙開発委員会）。
- 航空機の航行、海上航行における安全確保の観点から、MSAS（MTSAT Satellite-based Augmentation System: 航空管制用の衛星系

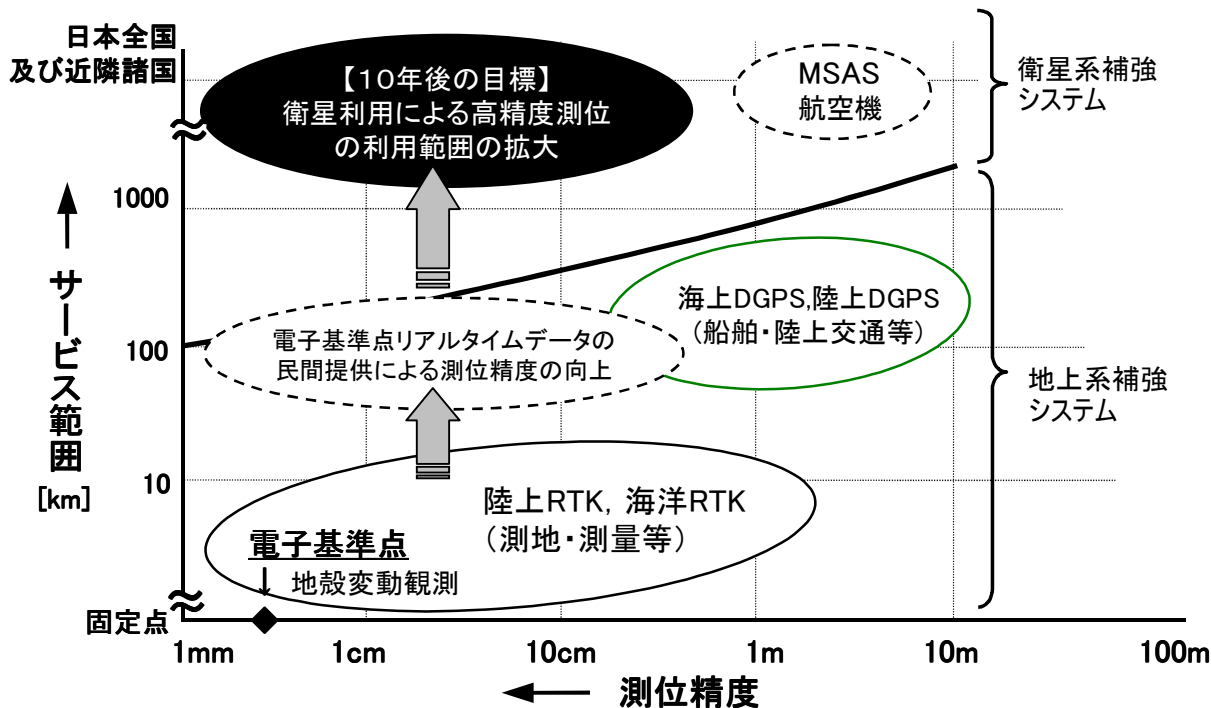
GPS補強システム)の整備を進めており、海上 DGPS(Differential GPS:船舶用の地上系GPS補強システム)、LORAN-C(Long Range Navigation:船舶用の地上系独立測位システム)などが既に運用されている。

- また、国土地理院の電子基準点(24時間連続でGPS信号を受信)のうち 874 点について、平成14年度中にリアルタイムデータの民間提供が開始される予定であり、これを用いると全国でGPSによるリアルタイム測位精度を cm 級に改善することが可能となる。
- 他方、民間においてはFM多重放送を用いた陸上ナビゲーション用 DGPS の提供などのサービスが既に展開中であり、国土地理院の電子基準点のリアルタイムデータの民間提供を受けて、GIS 測量用などに cm 級の精度の測位を可能とする補正情報の提供サービスが計画されている。
- 上記のような高精度測位が可能となることにより、自動車走行支援や歩行者用ナビゲーションなどの活用が期待されている。
- しかしながら、補強データの地上系通信リンクによるカバー範囲が限定されていることや、都市部や山岳地帯など、GPS 衛星を十分視認できない場所が我が国では多いため、衛星による補強データ提供の実現が期待されている。

5. 目標とその達成に向けた取組み

(1)10年後の達成目標

- GPSの利用における日米の協力体制の下で、衛星による補強システムにより、地上系補強システムを補完し、日本全国を覆うcm級の測位精度を可能にする。



注) DGPS: 基準局で GPS による測量を行い、実際の位置と GPS で算出された位置のずれを中波や FM 放送などの地上波で送信し、測位点での GPS による測位結果を補正する手法。

RTK-GPS: 電子基準点 (GPS 基準局) で観測した GPS 受信データを無線等により測位点に伝送し、測位点での GPS 受信データと合わせてリアルタイムに解析して位置を決定する手法。

図2 GPS の補強システム

Ⅲ. 安全保障・危機管理(災害対策含む)

1. 宇宙利用の位置付け

人工衛星を用いた国家安全保障上の情報収集は、冷戦期に米ソで開発利用が進み、緊張緩和期には核軍縮交渉などの検証手段としても有効性が示された。更に湾岸戦争において軍事作戦上の重要性も認識された。近年、欧州・中国・イスラエルなどで開発・運用の動きがある。危機管理に関しては、発災時の初動体制の整備に広域の情報が要求され、衛星による観測は、広域(洪水・海上の油汚染等)の災害状況の把握、地上系や航空機等からの観測が難しい夜間・悪天候時の災害状況の把握、画像解析による早期の被災状況把握に優れるほか、災害発生時に少ない人材での運営が可能となる。ただし高い分解能と即応性を同時に満たすことは現状では難しい状態。

発災時の緊急連絡回線確保、現場でのモバイル通信利用、災害警報・災害時情報の広域伝達など、衛星による通信・放送は危機管理に関して冗長系として実利性が高く、行政として利用を進める段階。

救急救命、事故・犯罪対応、復旧復興対応に個人位置情報が不可欠になりつつあり、携帯端末における測位・通信の重要性が拡大。

一方、大規模な災害時には、携帯端末機能が麻痺する可能性が高く、公助、自助、共助のバランスの取れた社会システムの構築が求められる中、衛星通信・放送の新しい役割が求められている。

2. 諸外国の状況

(1) 米国

安全保障における宇宙利用について米国政府は、National Space Policy (1996年9月)の中で、全世界での米軍展開支援・軍事的脅威の監視、武器管理/不拡散監視等を主な目的とすると規定している。観測利用方面では1950年代から偵察衛星技術の開発・運用に着手し、最近では高分解能化に加え、高分解能 SAR レーダーの搭載、夜間撮像能力・地図作製用測量能力付与などの多機能化も進められている。

近年、偵察衛星の開発で培われた技術を元にした商業リモートセンシング衛星(1999年 IKONOS-2、2001年 QUICKBIRD-2 など)が打ち上げられ、高分解能衛星画像販売、観測衛星システムの販売等で世界市場開拓を進めている段階。

危機管理における地球観測衛星の利用については、NASA によって地殻変動観測による地震予知技術・地表状態監視による地滑り予測技術などの研究が進められている。

危機管理における通信・測位衛星利用については、政府が既に e911 として携帯電話利用者の居場所を特定する機能の搭載を携帯電話事業者に義務づけている。

(2) 欧州

安全保障における宇宙利用では、民生リモートセンシング衛星 SPOT の画像情報を各国機関が利用していたが、湾岸戦争以後、仏政府が開発した偵察衛星 Helios を伊・西政府と共同で運用しているところ。

危機管理における宇宙利用では、GMES(Global Monitoring for Environment and Security)計画として、既存・計画中の地球観測衛星等を利用した環境監視・管理と危機管理等社会安全に資するインフラの構築が2001年から進められている。同計画の中で、洪水・森林火災・油汚染等長期・広範囲にわたるリスクの管理と、地図作製データの提供など危機管理システム構築支援が挙げられている。

3. 我が国における現状

平成10年8月の北朝鮮によるミサイル実験を契機として、我が国の安全確保のための情報の収集を目的として、情報収集衛星システムの導入が決定した(平成10年12月22日閣議決定)。具体的には、我が国の防衛・外交等の安全保障及び大規模災害・事件・事故対応等の危機管理に必要な情報収集を行う事を目的とする。第一世代衛星(光学衛星2機、レーダー衛星2機)を平成14年度及び15年度に打上げ予定。分解能は光学センサーが1m程度、レーダーセンサーが1~3m程度。観測頻度は世界中の任意の地点について、光学衛星及びレーダー衛星それぞれで

一日一回以上。

情報収集衛星から得られる画像情報の利用に関しては、国家安全保障の基本であり、最高度の秘密保護体制の確保を前提に、政府部内において、情報収集衛星システムの目的に資するように、利用機関のニーズを踏まえた利用ルールを検討中。

災害対策に於ける観測衛星利用については、分解能では 5m 以下(橋など重要施設の倒壊確認が出来る)、即応性では発災後 3 時間以内の撮像が求められており、内閣府などで衛星等を活用したシステムについて検討されている。発災時の状況把握については、現在ヘリテレシステム(各省庁のヘリコプターからの TV 画像を政府及び現地の災害対策本部に伝送する)を運用中。

災害対策に於ける通信衛星利用については、災害現場からの画像伝送用や地上系通信網のバックアップとして、各機関が民間衛星のトランスポンダを利用するなど、実利用が進んでいる。測位技術およびモバイル通信技術の利用による災害要員や車両の動態把握など、災害対策の高度化に資する利用が消防庁・国土交通省などで検討されているところ。

110 番等の緊急通報手段が固定電話から携帯電話に移行しつつある段階(平成 12 年の 110 番通報では、移動電話からの受理数は前年比 26% 増で全体の約 50%)。救急救命、事故・犯罪対応、復旧復興対応に個人位置情報が不可欠であり、携帯端末による、測位技術を利用した個人位置の特定と位置情報の提供が不可欠な段階。

携帯電話の普及率が 50%を越えて増加している。衛星通信・放送の広域性・同時性を利用した、画像を含む防災情報の携帯端末への提供技術が求められている。

一方、大規模な災害時には、安否確認などで、携帯端末機能が麻痺する可能性が高く、公助、自助、共助のバランスの取れた社会システムの構築が求められる中、衛星通信・放送の新しい役割が求められている。地上系通信の緊急時冗長系として、衛星通信機能が重要な機能を果たす可能性がある。

4 . 目標とその達成に向けた取組み

(1) 2010 年の達成目標

国内外の技術動向を見つつ、センサーの高性能化、多機能化など情報収集能力の向上を図る。

発災後 3 時間以内の高解像度 (1m、最低で 5m) 観測 (可視・赤外・レーザー) ・データ処理技術 (30km 地域の情報) の開発と実証を行う。データ処理に関しては、過去のデータとの比較により被災状況を判読することが必要。

大規模災害時モバイル通信技術 通信・放送分野

非常時モバイル系端末を利用した災害情報・警報提供 通信・放送分野

救急・救命、事故・犯罪、復旧・復興対策システムにおける測位情報利用 測位分野

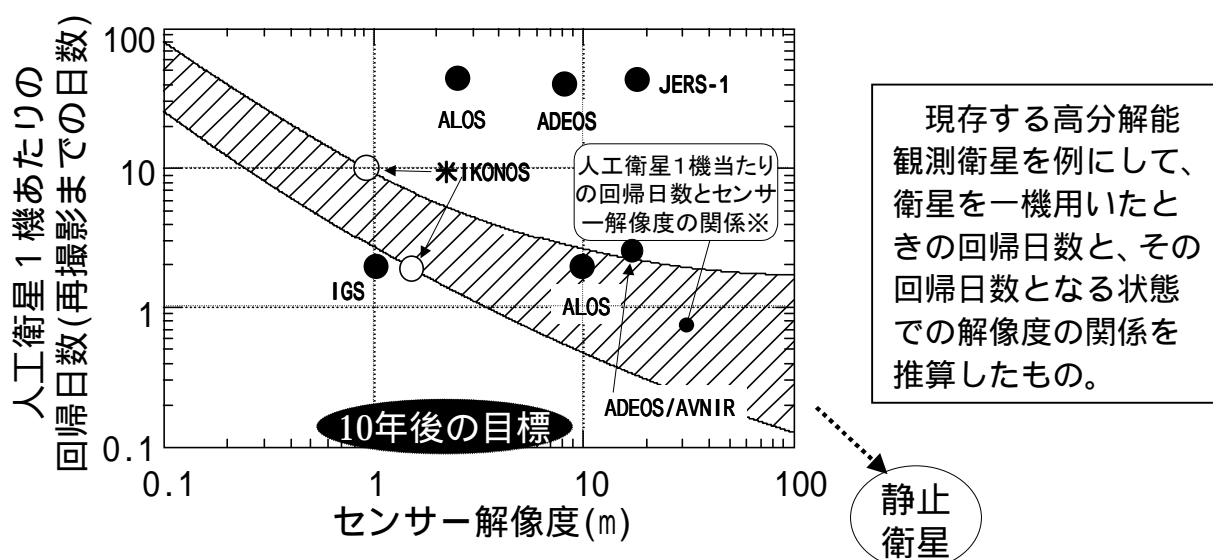


図 観測衛星の回帰日数とセンサー解像度の関係

．地球環境モニタリング・気象観測

1．宇宙利用の位置付け

環境・気象情報は地球規模で広がりを持つため、静止衛星による全球規模の観測、低軌道衛星による詳細な観測が有効。

地球環境問題に対する政策決定と評価のための科学的裏づけに不確実性要因が未だ多く、国際的な枠組み作りと合理的政策作りに支障をきたしている。衛星の利用はこの解決にコスト及び実現性の面で有望。

ローカルな領域の詳細観測には地上観測との併用が重要。

各国の国際関係が深まるなか、衛星観測は国を越えた情報を俯瞰的に得る唯一の手段。

衛星を用いた連続観測は気象予報・気候変動予測に耐える多点観測に多大な寄与。予報の精度向上に貢献。

2．諸外国の状況

(1) 米国

米国では静止衛星の GOES シリーズと低高度極軌道衛星の NOAA シリーズで気象観測を行っている。GOES は可視・赤外の画像データから雲・水蒸気分布を得る。NOAA は GOES では観測の難しい極域および各気象の詳細情報を得る補助的役割を果たすと同時に地球環境の監視にも役立っている。大気、地表、雲分布観測に加え、宇宙環境のモニタリングを行う。

NASA、NOAA、空軍は、従来の軍事気象衛星 (DMSP) と NOAA シリーズを統合して 2008 年頃に NPOESS シリーズとする事を計画している。

大気、海洋、陸面観測のために 1999 年に TERRA (EOS-AM1)、2002 年には AQUA (EOS-PM1)、2003 年には大気科学ミッションとして、AURA (EOS-CHEM) の EOS シリーズが打ち上げられ、全球の地球環

境モニタリングを行う。AQUA には NASDA のマイクロ波放射計を搭載し、降雨、水蒸気、海面水温、土壌水分などの観測を行う。

温室効果ガス等の観測に加え、成層圏・中間圏の風系・温度分布を測定する事を目的とした UARS が 1991 年に打ち上げられた。

熱帯域の降雨を計測する事を目的に、TRMM が 1997 年 11 月に打ち上げられた。この衛星には NASDA/CRL の降雨レーダーが搭載され、熱帯域の降雨を世界で初めて直接定量的に地球規模で観測した。

TRMM で得られた研究成果の実利用への寄与を目的として GPM を計画している。TRMM では熱帯・亜熱帯観測に限定され、観測頻度も 24 時間に 1 度だったものが、GPM では日本全域を含む領域を 3 時間に 1 度観測する。高空間時間分解能を達成するために 8 機の低軌道衛星を用いるが、日本を含めた地球全域の観測が可能のため、資金・運用面で日本・欧州との協力が提案されている。

現在の NASA の長期ビジョンとしては、科学的な気象現象の理解とモデルの改善、センサ及び衛星技術の進歩により、

- ◇ 気象予報：2 週間
- ◇ 気候予測：10 年間
- ◇ 農業利用のための降雨量予報：12 ヶ月
- ◇ 大気汚染予報：10 日間
- ◇ 火山噴火予測：60 日間
- ◇ エルニーニョ予報：15～20 ヶ月

を目標としている。

ハイパースペクトルセンサは可視赤外域を 200～300 の波長バンドで観測できる先端的な観測装置である。2000 年に打ち上げられた EO-1 衛星に搭載され、試験的なデータ取得が始まっている。資源探査・土壌水分推定など多彩な観測用途が検討されている。

(2) 欧州

静止軌道の気象衛星として欧州は Meteosat シリーズを打ち上げてい

る。現在は 1997 年 9 月 2 日打ち上げの 7 号機が運用中で、可視・赤外放射計により雲分布・大気熱分布を観測している。

また NPOESS と国際連携をする形で、極軌道の気象・環境モニタリングの定常観測衛星シリーズとしての METOP を 2003 年から実現する。

雲・雪氷分布、オゾン観測を目的とした ENVISAT が 2002 年 3 月 1 日打ち上げられた。

(3) ロシア

ロシアでは静止軌道の気象衛星として Electro-1 が 1994 年に打ち上げられ、主に雲分布の画像データを取得していた。シリーズ衛星ではあるが、現在後継機は打ち上げられていない。

3. 我が国における現状

気象予報として戦略的・計画的に取り組むべき中長期的重要課題の一つに、集中豪雨被害等の対策としてのメソ気象現象の的確な予報の実施があり、内外の宇宙開発期間で計画されている地球観測衛星による観測結果の活用が期待されている。

静止衛星 GMS (ひまわり) シリーズは、雲や水蒸気の分布、地面・水面・雲頂の温度等の観測を行っている。現在の運用している衛星はすでに設計寿命の 5 年を超えて運用されており、早急な後継機の打ち上げが必要となっている。現在、後継機として MTSAT-1R の打ち上げが 2003 年に予定されている。

熱帯域の降雨を計測する事を目的に、TRMM が NASDA・CRL・NASA の日米共同プロジェクトとして実施。

エルニーニョ現象の観測、下部成層圏 (高度 10km 以上) の温室効果ガスの全球分布の推定を目的に、ADEOS (みどり) が国際協力プロジェクトとして 1996 年 8 月に打ち上げられ、多くの世界的成果を挙げた。

2002年11月には、ADEOSの観測を継続する水・エネルギー循環の観測を行うADEOS-IIが打ち上げ予定であり、海面水温・降雨・水蒸気・土壌水分などの観測を行う。また温室効果ガス等の全球分布が引き続き観測される。

2004年打上げ予定のALOSにより全球の森林観測を行う。

GCOM-A1はADEOS、ADEOS-IIの流れのうち大気微量成分の観測部分を特化した衛星計画で、高度5km以上のオゾン・温室効果ガスの全球分布を推定できる。またこれとは別に地球上の水・エネルギー循環に関連する大気、海洋の総合的な観測を行うことを目的とした計画を検討中である。

経済産業省の開発したASTER（NASAのTERRA衛星に搭載）は、CO₂固定源として重要な森林、湿地植生、土壌、珊瑚礁等の分布把握に利用されているほか、山火事、火力発電所からの温排水状況等のモニタリングにも活用されている。また、熱赤外データからは亜硫酸ガスの濃度検出が可能であり、宇宙からの火山活動観測の可能性を広げている。

京都議定書においては、2008年から2012年までの第1約束期間に、1990年レベルに対し6%の温室効果ガス排出量の削減目標達成が義務付けられている。このため削減目標の達成に重要な位置を占める森林等の吸収源に関し、衛星を活用した監視・評価の国際ルールづくりと実施が必要。また、気候変化予測モデルの精度向上等のため、温室効果ガスの衛星からの広域的モニタリングシステムの確立が必要。

京都議定書の第2約束期間以降は、途上国も含めた枠組みをめざしさらなる温暖化の科学的実現を踏まえた目標の再設定が行われる。

地球環境問題として水の問題が主要テーマとして浮上し、ヨハネスブルグ地球環境サミット（平成13年8月）及び第3回世界水フォーラム（平成14年3月）において新たな国際的動きが高まる。

4. 目標とその達成に向けた取組み

(1) 10年後の達成目標

気象予報精度の向上

(ア) 短期予報（通常予報・局地豪雨予報）

これまで行われてきた観測に加えて、降雨・雲データの空間時間分解能を向上するとともに、これらデータの集中豪雨等災害防止及び定常的な天気予報への活用を図る。

(イ) 長期予報

今後半年間の気象予測を渇水や農作物作況予測が可能なレベルで行える技術開発を行う。

温暖化対策

(ア) 京都議定書の第1約束期間の的確な評価及び第2約束期間以降における適用をめざして、国別の温室効果ガスの温室効果ガス濃度・吸収量の把握手法を確立する。排出量については高度5km以下を含め対流圏の3次元CO₂分布（水平10kmメッシュ、月平均精度1%以内）の観測を目標とする技術研究を行う。また植林等の吸収源活動については透明・確実にコスト・パフォーマンスに優れた監視手法の実用化を目指し、第1約束期間(2008～2012年)をターゲットに、森林の最小単位(0.05ha)の面積の同定および樹種・樹高の精密計測を可能にする技術開発を行う。

(イ) 第2約束期間以降の長期的な温暖化政策決定と評価のため、気候変動モデルにおいて将来予測誤差の低減を行う。このため、空間分解能10km、分単位の時間分解能を実現するための大気微量成分の空間分布、降雨、雲/エアロゾル・放射等の観測技術を開発する。

自然資源管理

ヨハネスブルグサミットや第3回世界水フォーラムの成果を見つ、水循環や自然資源等の監視手法を開発する。雲・降水、土壌水

分量、地表面温度、土地利用・土地被覆変化、植生生産量などの項目について広域的には空間分解能 100m・時間分解能 2 日、高分解能観測では同 10m、週 1 回の観測を可能にする技術開発を行う。

越境大気汚染対策

東アジア地域の越境大気汚染物質の移動状況及び発生状況を把握するため、SO₂、NO₂、エアロゾル（黄砂を含む）について監視を可能とする技術を開発する。移動状況については 100m 週 2 回、発生状況に関しては 20km、1 日 1 回の監視を可能とする技術開発を行う。またオゾン層破壊物質の国際的な規制措置の効果を検証するために精度の高い監視技術の開発を行う。

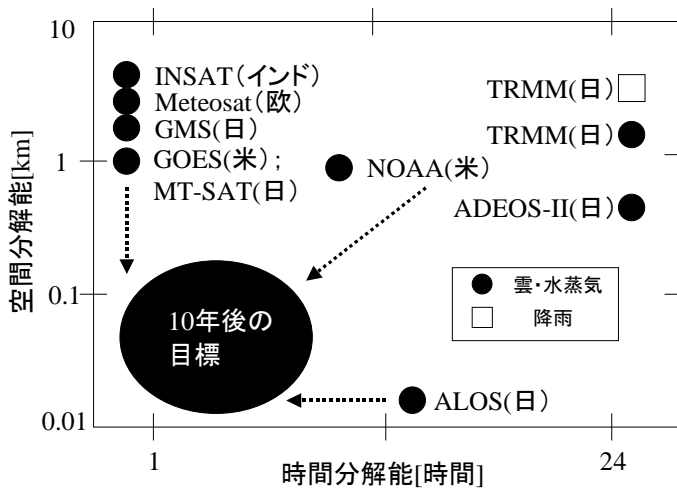


図 4.1 気象・環境衛星の時間・空間分解能

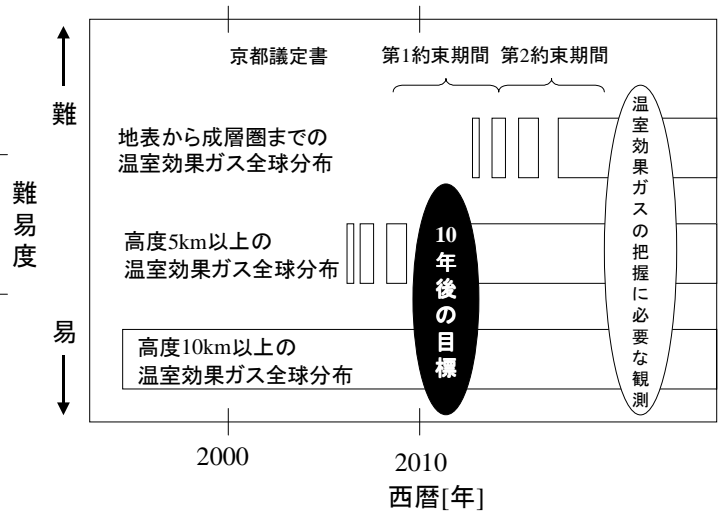


図 4.2 温室効果ガス観測の目標

V. 資源探査モニタリング

1. 宇宙利用の位置付け

人工衛星を用いた資源探査は可視・赤外及びマイクロ波を用いて全球の資源探査情報を均質、高頻度、準リアルタイムに提供できる唯一の手段。

人工衛星の石油・鉱物資源探査への応用としては、褶曲等の地質構造や石油・鉱物等の胚胎可能地域を示す指標となる鉱物の解析等に活用されている。

人工衛星の農業への応用としては、土壌及び作物の生育状況把握についての試みがなされている。作付面積の算出に関しては一部の地域では既に実用段階に達しつつある。長期気象情報と組み合わせる事で作況の長期予測の重要な情報となる。

人工衛星を用いた水産資源への応用として植物プランクトンの観測、マイクロ波による水温の観測、海面高度計による水面下の水温推定、等が挙げられる。植物プランクトンは食物連鎖の基礎資源量であり、その定量的な推定はその上位魚類数推定の重要な情報となる。

操業船の安全確保、油流出事故の対策には、高分解能の衛星画像データが有効である。

2. 諸外国の状況

(1) 米国

LANDSAT を用いた小麦の作付面積の算出が既に商業ベースに乗っている。

LANDSAT 等の衛星データを利用して資源探査の効率化、高度化を実現している。

NOAA 衛星の画像から海洋情報を抽出し漁業者へ提供するシステムが 1985 年から行われている。これにより燃料節約・操業コスト削減に

貢献している。

ハイパースペクトルセンサは可視赤外域を 200～300 の波長バンドで観測できる先端的な観測装置である。2000 年に打ち上げられた EO-1 衛星に搭載され、試験的なデータ取得が始まっている。資源探査・土壌水分推定・海水塩分濃度など多彩な観測用途が検討されている。

(2) カナダ

1997 年 1 月 2 日にロシアタンカー「ナホトカ号」の座礁、石油流出事故が起こった。この時、油の流出情報を把握するのに RADARSAT の SAR データが使われた。

RADARSAT、LANDSAT - TM 等の衛星データを資源探査に活用している。

(3) 欧州

ERS シリーズは 1991 年より運用をはじめ、現在 1995 年打ち上げの 2 号機が運用、SAR による農業利用等に使われている。さらに 2002 年にはその後継機として Envisat が打ち上げられた。

資源探査に LANDSAT - TM、SPOT などのデータを活用している。

3 . 我が国における現状

(1) 石油・鉱物資源探査への応用

JERS - 1 (ふよう) は日本初の資源探査衛星。衛星観測データを活用し、中国トルファン盆地等で油田や鉱床が発見されている。

JERS - 1 の経験を踏まえ、ASTER(我が国が開発、NASA の TERRA 衛星に搭載) は、2000 年 12 月からデータの一般配布を開始、現在石油・鉱物資源の探査に活用され始めている。

現在開発中の ALOS には PRISM、PALSAR (JERS:18m; PRISM:2.5m ; PALSAR:10m) を搭載予定。

ハイパースペクトルセンサは石油・鉱物資源探査に不可欠な鉱物の抽出精度向上に加え、農作物状況の把握（病気発生状況）などに有効な先端技術。日本でも開発に着手しつつある。

（２）水産資源への応用

1996年のADEOS衛星により、海水温、水色の同時観測が行われた。これにより漁場のより正確な同定が可能になった。

ALOS衛星のPALSARは流油監視への利用が期待される。

（３）農業への応用

RADARSATを用いて、北海道地域の作付面積の推定についてパイロット実験を行い、ほぼ実用化の目処。

さらにIKONOS等の高空間分解能衛星の多バンドデータを用いて、作物の種類・生育状況まで推定する試みがなされている。

稲の作付け面積は田に水を張った6月が観測に最適だが、梅雨の時期に重なるため光学観測は不向き。レーダー観測が有利。ALOS/PALSARでの実験を行う予定。

4．目標とその達成に向けた取組み

農作物

（ア）10年後を目標として、1ha以下の規模の小さい田畑を含めた作況現況把握を90%以上の精度で国内外で可能にする。

（イ）農作物の種類、および生育状況（病気の発生）を把握するための波長高分解能センサの開発およびアルゴリズムの開発

水産資源

（ア）漁業資源の乱獲を防ぎ適正な漁獲量を確保するための基礎データの提供。

基礎資源となる植物プランクトン現存量の推定精度を±10%の精度で決定する観測

魚介藻類の各潜在資源量を±20%の精度で推定する技術の開発

（イ）漁業資源保護の観点から、船舶事故などによる油流出の状況

や赤潮プランクトンの発生を 10m の精度で観測する技術開発
 (ウ) 沿岸資源モニタリングの観点から、陸域からの光の妨害を排除する技術開発、及び無機懸濁物と植物プランクトンを区別する水色センサーの開発

鉱物資源

(ア) 資源の乏しい我が国が石油・鉱物資源を独自かつ効率的に開発・生産し、安定的に低コストで資源を確保するための技術開発
 地質構造及び鉱物資源分布を同時に高い空間・スペクトル分解能で観測する技術の開発
 多偏波、多波長を利用した地質構造及び岩質の抽出精度向上のための技術開発。

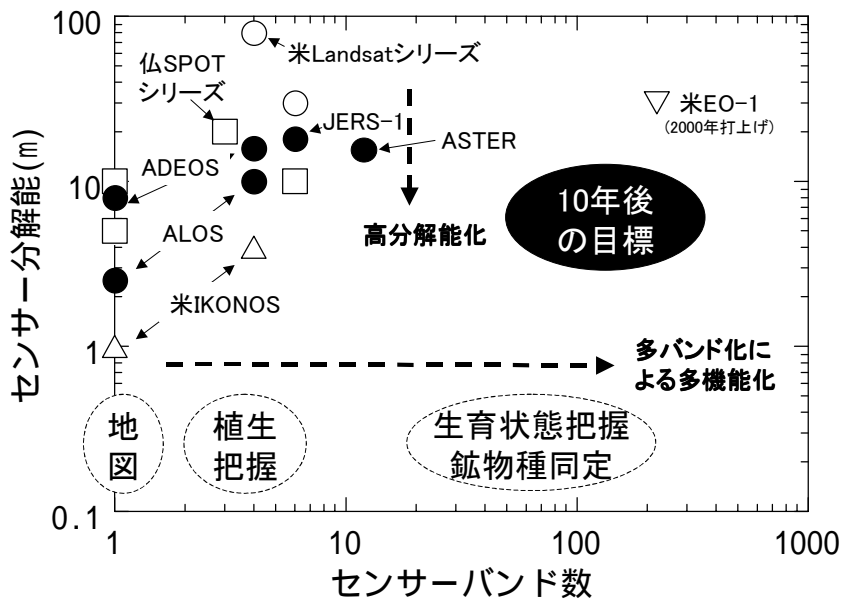


図5 センサー分解能とセンサーバンド数の推移

長期的視点に立って着実に推進することが 適当と考えられる分野

VI. 宇宙環境利用

長時間の微小重力、高真空、宇宙放射線など地上では得られ難い宇宙特有の環境を利用することにより、生命科学、物質科学などの発展に寄与。

1. 諸外国の状況

(1) 米国

- 生物学的特性の解明及び新規材料開発に係る微小重力利用が中心。また、商業化を志向して NASA は宇宙環境利用分野(たんぱく質結晶成長、材料開発、宇宙医学など)で5つの商業宇宙センター(CSC; Commercial Space Center)を設置。
- 特に、たんぱく質構造・機能解析に関しては、約 50 回のスペースシャトルによる実験機会を確保。その成果を踏まえて、NRC(National Research Council)が NASA に対して、以下の内容を勧告(2000 年末)。また、2001 年からは、解析対象となるたんぱく質を公募。
 - ・ これまでの宇宙実験成果は、その時間的、物理的制約から、当該領域の進展にインパクトのあるものを提供したとは言えない。
 - ・ しかし、微小重力環境下での結晶成長が、本質的な秩序形成に有効である証拠があることから、この時間的、物理的制約からの解放によって、将来のインパクトに関する可能性を期待(地上での結晶化が進捗したとはいえ、重要なたんぱく質結晶の多くは構造解析に必要な解説データの取得は困難)。
 - ・ 今後、早急に地上と宇宙との対象実験を通じて、宇宙実験の優位性を確認すべきである。
- 従来、スペースシャトルに搭載された実験室中心であった実験から、今後、国際宇宙ステーション(ISS)での実験に移行予定。

(2) 欧州

- ドイツを中心に、生命科学、物理科学(拡散現象の解明等)などについて研究。
- ESA は 1994～1996 年の間、生命科学や材料科学に関して宇宙商業利用研究組合(RADIUS)を設置して、パイロットプロジェクトを実施。RADIUS 解散後、1997 年から現在に至るまで、物理科学とバイオテクノロジーに係る ISS での応用研究を行うため微小重力応用プログラムを実施。
- 特に、たんぱく質構造・機能解析については、実験の成果等を踏まえ、2001 年 ESF(European Science Foundation)から欧州宇宙機関(ESA)に対して、以下を提言。かかる提言を受けて、ISS ロシアモジュールでの宇宙実験を実施。
 - ・ これまでのところ、宇宙は構造生物学への重要な寄与はない。
 - ・ 今後、結晶成長プロセスへの重力の影響、高密度結晶化実験装置を用いた結晶化、宇宙及び地上で作成した結晶の比較に集中することを推奨。

2. 我が国の現状

- 1998 年、宇宙開発事業団に宇宙環境利用研究システムを設置し、微小重力科学、ライフサイエンス、宇宙医学を中心に、将来の ISS 利用を念頭に落下塔、航空機等を利用した公募型研究を実施。
- 特に、たんぱく質構造・機能解析については 5 回の実験機会(スペースシャトル 2 回、ミール利用 2 回、回収カプセル 1 回)。今後、2002 年 6 月に、スペースシャトルを利用して、大学や民間企業から提案のあったテーマについて実験を予定。

VII. 宇宙太陽光発電

静止軌道の日射量は、地上に比べ 5～10 倍となることから、宇宙空間の利点を活かして、宇宙空間で太陽光を伝送可能な形態に変換し、地上に輸送するための研究を実施。

1. 諸外国の状況

(1) 米国

○ 1995 年、NASA が再使用型宇宙輸送系によって建設を行う宇宙太陽光発電システムの概念を発表。その後、1999～2000 年度に約 22 百万ドルの予算を確保して先行的研究開発を実施するとともに、2001 年度には 8 百万ドルの予算を確保して軌道上実験計画を本格化。

2. 我が国の状況

○ 経済産業省において、宇宙太陽光発電システムを実用化するための経済、環境及び技術的側面からの検討を実施。また、宇宙開発事業団において、エネルギー伝送技術などの要素技術について研究開発を進めるとともに、現在、技術実証衛星を用いた送電実験について検討中。

VIII. 宇宙科学

宇宙科学の目標は、宇宙、太陽系、惑星、生命の起源を解き明かすという人類共通の根源的な探求にある。また、そこで得られた知見は、学術としての価値に加えて、宇宙や惑星に対する人々の好奇心を満たし、若者の理科への関心を盛り上げることにも貢献する。宇宙科学は、天文学と太陽系探査に大別されるが、それらを実施するための宇宙工学・技術も宇宙科学の重要な要素である。また、太陽系探査には月探査や地球周辺の宇宙空間の直接観測も含まれる。

1. 諸外国の状況

○ X線天文学

NASA は Chandra 衛星、ESA は XMM-Newton 衛星をともに 1999 年に打ち上げ、現在、軌道天文台として運用中である。

○ 赤外線天文学

ESA は 1995 年に ISO 衛星を打ち上げ、日本もその観測運用に貢献した。NASA は SIRTIF 衛星を 2002 年、ESA は Hershel 衛星を 2007 年に打ち上げる予定。

○ 太陽観測

ESA と NASA の共同ミッション SOHO 衛星が 1995 年、NASA の TRACE 衛星が 1998 年に打ち上げられ、ともに現在運用中である。

○ 地球磁気圏観測

米国は WIND 衛星(1995 年)、POLAR 衛星(1996 年)、IMAGE 衛星(2000 年)等を打ち上げ、現在運用中である。ESA は 2000 年に 4 機の編隊飛行をする CLUSTER 衛星を打ち上げ、運用中である。また、ロシア(IKI)は 1995 年 INTERBALL-Tail 衛星(2000 年に大気圏突入)、1996 年に INTERBALL-Aurora

衛星(現在も運用中)を打ち上げた。これら米・欧・ロシアの衛星群と我が国の GEOTAIL 衛星(後述)による国際太陽地球系物理学共同研究が行われている。

○ 月探査

NASAは1994年にClementine探査機、1998年にLunar Prospector探査機を月周回衛星軌道に打ち上げ、月表面写真や元素組成等の観測を行った。ESAは2003年にSMART-1探査機を打ち上げる予定。

○ 火星探査

NASAは1997年にPathfinder探査機を初めとして幾つかの探査機を打ち上げたが、2つは軌道投入に失敗し、現在観測を行っているのはMars Global Surveyor探査機と最近観測を始めたMars Odyssey探査機である。NASAはこの後も火星探査機を打ち上げていく予定。ESAは2003年にMars Express探査機を打ち上げる予定。

○ その他の惑星探査

NASAとESAの木星探査機Cassiniが1997年に打ち上げられ、現在惑星間空間を巡航中。ESAは彗星探査機Rozetta探査機を2003年に打ち上げ予定。また、水星探査には各機関とも力を入れており、NASAは2004年にMESSENGER探査機、ESAはBepiColombo探査機(宇宙科学研究所が探査機の一部について協力を検討中)を2009年に打ち上げる予定。

2. 我が国の状況

○ X線天文学

この分野は日本が最も得意とする分野で、これまで4つの科学衛星を打ち上げ、世界最先端の成果を得てきた。2000年にASTRO-E衛星の打ち上げに失敗したが、2004年にASTRO-E2衛星の打ち上げを目指して開発中。

○ 宇宙電波天文学

世界で唯一の宇宙電波天文衛星「はるか」を 1997 年に打ち上げ、現在も運用中。

○ 赤外線天文学

1995 年に打ち上げた SFU 衛星(宇宙実験・観測フリーフライヤ)で IRTS 望遠鏡で観測を実施した。2004 年に ASTRO-F 衛星の打ち上げを目指して衛星を開発中。

○ 太陽観測

1991 年に打ち上げられ、長年にわたって数多くの成果を出してきた「ようこう」は現在観測を中断中。また、2004 年に NASA、英国との共同ミッションである SOLAR-B 衛星の打ち上げを目指して現在開発を準備中。

○ 地球磁気圏観測

1989 年にオーロラを観測するあけぼの衛星、1992 年に磁気圏尾部を観測する GEOTAIL 衛星を打ち上げ、いずれも現在運用中。なお、「GEOTAIL」は NASA との国際協力プロジェクトで、国際太陽地球系物理学共同研究において中核的役割を果たしている。

○ 小惑星探査

小惑星への軟着陸技術とそこでのサンプル回収の技術等の工学試験を目的とする MUSES-C を 2002 年冬期に打ち上げる予定で、その打ち上げ前の総合試験を実施中。

○ 月探査

2003 年に月内部構造探査を行う LUNAR-A 探査機、2005 年に月表面の科学探査を行う SELENE 探査機の打ち上げを目指して開発中。

○ 火星探査

1998 年に打ち上げられた火星の上部大気を観測するのぞみ探査機は現在、惑星間空間を巡航中で、2004 年初頭に火星周回軌道に投入予定。

○ 地球型惑星探査

金星の大気探査及び水星探査についても、国際協力を含めて、探査計画の取りまとめに着手。金星探査については、2002 年度から基礎的な研究開発を着手予定。

Ⅸ. 有人宇宙活動

1. 諸外国の状況

(1) 米国

米国で現在進められている主な有人宇宙活動は、ISS 計画とスペースシャトル計画の2つである。

ISS 計画については、1998年11月より軌道上での組立が開始され、2000年11月以降は長期滞在クルーが常時搭乗し、組立及び研究等の軌道上活動を実施している。スペースシャトル計画では、ISS 組立のためのフライトの他に、少なくとも年1回の科学研究フライトを実施し、ISS 組立期間中の有人宇宙環境利用の機会を確保している。

将来計画については、1997年に将来の NASA の活動方針を規定した「NASA 戦略計画(HEDS)」が発表され、2000年10月には同戦略計画の改訂版(2000年版)が発表された。

2000年版戦略計画の中で NASA は、有人宇宙活動の意義を『人類の営みのために宇宙を探査・利用し、宇宙開発を可能にすることによって、宇宙と知識のフロンティアを拡大する。』とし、以下に示す4つの目標を定め、それぞれについて短期的(～5年)、中期的(5～10年)及び長期的(10～25年)アプローチを設定している。

<NASA 有人宇宙活動の目標>

- 宇宙のフロンティアを探査する
- 人間の宇宙での恒久的な居住・労働を可能にする
- 宇宙の商業的開発を可能にする
- 発見の経験と恩恵を共有する

(2) 欧州

欧州では、ISS 計画へ提供予定の欧州実験棟(コロンバスモジュール)をはじめ、ATV、欧州実験棟搭載予定の実験装置等の開発が進められ

ている他、1998年には欧州宇宙飛行士組合が設立され、欧州各国の宇宙飛行士の統合的な訓練が実施されている。

また、ポストISS計画として、月面有人探査、火星有人探査を含む有人太陽系探査ミッション(オーロラ・プログラム)を計画し、2001年11月の欧州閣僚級理事会においてその初期検討費用が認められた。

同プログラムの中で、プログラムの必要性について政治的、科学的、技術的観点から以下のように説明している。

○ 政治的観点

- ・ 欧州連合(EU)加盟国は2000年のリスボンサミットで、2010年までに欧州を世界で最もダイナミックな知識社会にするという戦略目標を採択した。この様な状況の中で、オーロラ・プログラムを通じて実現される太陽系探査は欧州の政策に一致する。
- ・ オーロラ・プログラムは、ハイテク開発のポテンシャルを秘めており、欧州宇宙産業界の競争力強化に貢献できる。

○ 科学的観点

- ・ オーロラ・プログラムで開発される技術をESAのその他のプログラムへの応用が可能
- ・ オーロラ・プログラムはISS計画で検討されている「有人宇宙探査・開拓の将来」戦略に沿って実施され、ISSを用いて将来実施可能な探査シナリオの策定、生命科学・物理化学の目的の明確化を行う。

○ 技術的観点

- ・ 欧州産業界の競争力維持のために必要な新しい技術開発の源となる。

(3)カナダ

カナダはスペースシャトルやISSへロボットアーム(カナダ・アーム、カナダ・アーム2)を提供することで有人宇宙プログラムに参加しており、こ

これらの貢献により得られる宇宙環境利用機会を活用する他、カナダ人宇宙飛行士のスペースシャトル、ISS 搭乗を目指して宇宙飛行士の訓練が実施されている。

4. ロシア

2001年3月にミール宇宙ステーションが太平洋上に廃棄されて以来、ロシアの有人宇宙活動はISS 計画に絞られている。

将来計画についてはその国家情勢から不明確であるが、引き続きISS へプログレス補給船、ソユーズ緊急帰還機を提供する他、独自の宇宙技術を用いて一般人のISS 滞在、宇宙旅行及びISS の商業利用等、商業的活動に重点が置かれるものと思われる。

5. 中国

中国はロシアと協力しつつ独自の有人宇宙活動を展開しており、現在中国は、ロシア(旧ソ連)、米国につづく世界3番目の有人打上げ実施国を目指し、1999年11月、2001年1月とこれまで2回の無人宇宙飛行試験を実施。早ければ2005年には中国初の有人宇宙飛行を実現すると見られている。

2000年10月に発表された中国初の宇宙白書では、今後20年以内に独自のシステムによる有人宇宙飛行を実現し、恒久的な宇宙ステーションの先駆けとなる小型宇宙実験施設を軌道の上に建設するとしている。また最近の報道などでは、国威発揚の効果も期待して、有人月面探査計画の検討も進められている模様である。

2. 我が国の現状

1982年、NASA による国際宇宙ステーション(ISS)計画への参加の呼び掛けを受け、宇宙開発委員会にて我が国の基本構想を検討。その後、国内調整を経て1988年に政府間協定を締結しISS 計画へ参加。日本実

験棟(JEM)、宇宙ステーション補給機(HTV)の開発・運用利用、生命科学実験施設(セントリフュージ)の開発を実施。

○「宇宙基地特別部会報告－宇宙ステーションの開発利用の本格化に向けて－(1987(昭和62)年7月)」において、ISS計画への参加意義について次の通り述べている。

「欧米等の先進諸国は人類共通のフロンティアの開拓とそこでの新しい産業分野の創出を目指して、宇宙における広範かつ定常的な有人宇宙活動を重要な国家プロジェクトとして位置付けている。我が国もこれまでに培ってきた技術基盤を基礎として、科学及び実用の各分野において宇宙における定常的な有人活動に対応できるよう研究開発を進め、積極的に国際社会の期待に応えていく。」

○我が国はこれまで有人宇宙技術を保有したことはなく、ISS計画の実施により初めて有人宇宙技術を獲得しつつある。有人宇宙技術は、これを獲得することにより宇宙開発能力を飛躍的に高めることが可能となり、我が国の将来の自主的・自在な宇宙開発利用の展開に極めて重要。

○JEMは開発の最終段階にあり、構成要素を結合した全体システム試験を実施中。14年秋期には米国に向け出荷予定。米国射場(ケネディ宇宙センター)にてシャトル、ISS本体側との適合性試験などを経て打ち上げる。宇宙飛行士の要請訓練や宇宙医学研究など含めたJEMの運用利用準備作業も並行して遂行中。

○HTV及びセントリフュージは基本設計審査を終えて各々詳細設計を実施中。

○今後、JEM等の軌道上での運用を通じた技術検証により宇宙活動基盤強化の達成を確認する予定。

X. 宇宙ごみ(スペースデブリ)対策

スペースデブリは宇宙システム機器などに損傷を与える可能性があり、既にデブリによって衛星が損傷を受けた例が報告されている。宇宙利用の拡大にはスペースデブリ対策が必要であり、スペースデブリの観測、スペースデブリ発生低減及びデブリ衝突の影響等の検討等が行われている。

1. 諸外国の状況

国際機関間宇宙デブリ調整会議(IADC)において、スペースデブリ対策に関する議論、技術情報の交換等を実施している。また、宇宙空間平和利用委員会(COPUOS)の科学技術小委員会(STSC)においてもスペースデブリ発生防止国際標準ガイドラインの制定に関する議論が行われている。

スペースデブリ観測について、主に米国及びロシアにより行われている。米国では USSPACECOM(US Space Command)が観測及びカタログ化を行っており、カタログ化されたデブリについてはその軌道要素が公開されている。欧州では、ドイツ応用自然科学研究協会(FGAN)高周波物理研究所(FHP)のレーダ観測実験など、一部の研究機関において観測実験が行われている。

各国でデブリ発生防止技術の開発と実際のプログラムへの適用(ロケットの残存燃料の排出、ボルト・バンド等の飛散防止、静止衛星の軌道離脱処理)が図られ、ボランティアベースでデブリ発生防止基準の制定も進められている。

2. 我が国の状況

我が国のスペースデブリ関連の一活動として、CRL、ISAS、京都大学、

九州大学、NAL、国立天文台、日本宇宙フォーラム、NASDA 等からの有識者が参加するスペースデブリ委員会がある。本委員会において、参加機関のスペースデブリ対策に関する議論、技術情報交換、IADC、COPUOS 対応の検討等が実施されている。

岡山県に光学及びレーダー観測施設を整備しており、光学観測施設による観測実験が既に開始されている。また、レーダー観測施設については、2004 年の観測開始に向けて整備が進められているところである。また、京都大学において、高層大気計測のMUレーダを用いて、スペースデブリの高度分布モデルの構築、形状推定などの観測実験が実施されている。また NAL において自動検出技術等の観測業務促進のための研究開発を行っている。また、宇宙から回収された宇宙実験・観測フリーフライヤ(SFU)の表面検査により、微小デブリ観測を行い公開したところ。

低高度スペースデブリの衝突平均速度 10km/s での防御性能を確認するための成形爆薬式超高速射出実験装置の開発、データの蓄積、そのデータを用いての数値シミュレーションの高精度化が NAL により行われている。ISAS でもレールガンを使って類似の実験がされている。また、九州大学において静止衛星軌道近傍でのデブリ分布のモデル化について研究が実施されている。