

財団法人 新技術振興渡辺記念会  
平成23年度上期 科学技術調査研究助成

「欧米の宇宙状況認識 (SSA) の現状と今後の動向に関する調査研究」

報告書

平成24年5月  
財団法人 日本宇宙フォーラム

## 0. はじめに

宇宙状況認識 (Space Situational Awareness : SSA) は、もとは米国の軍事要求から発生したもので、宇宙開発利用の包括的な安全安心を追及するための状況認識体系全般を指す。国益に関連する、あらゆる軍民による宇宙オペレーションの健全性を維持すること、そして地球または宇宙に関連する脅威や状況等の認識を目的とする。この目的を達成するには、「宇宙環境の把握」、「物体の追跡」、「衝突解析」、「宇宙天気等」が大きな柱となっており、具体的には「宇宙機への妨害にたいする脅威の監視」、「スペースデブリ／衝突の監視」、「宇宙天気の情報収集」、「地球近傍小惑星の監視」、「地球周辺環境の観測／監視」などが実際の活動として挙げられる。SSA の実施主体として、米国では米空軍 (USEF) / NASA、欧州では欧州連合 / 欧州宇宙機関 (ESA) が実際の活動をおこなっており、宇宙における総合的な安全保障の観点から近年非常に重要な活動となってきた。米国はもとより、ESA も 2006 年から欧州における SSA 構築の検討を開始している。

スペースデブリとは、地球の回りを回っている人工物体のことを指す。例えば、人工衛星、ロケット、人工衛星から切り離された部品、ロケットから切り離された部品、人工衛星の劣化に伴って剥がれた塗料、断熱材の破片、衛星破壊実験で発生した破片、衛星やロケット自体が破裂した時の破片、宇宙飛行士が宇宙遊泳中に手放してしまった手袋、工具等が挙げられる。1957 年に旧ソ連が人類初の人工衛星スプートニク 1 号を打上げて以来わずか 50 年で、地球の周りには大小の人工物体で満ち溢れており、現在直径 10cm 以上のサイズのスペースデブリは 16,000 個以上となっている。2007 年の中国による衛星破壊実験や 2009 年の米露の人工衛星同士の衝突で大量の破片が発生するなど、ここ数年でデブリにより宇宙環境が急激に悪化しており、今後の宇宙開発にとって脅威となっている。特に、国際宇宙ステーション (ISS) や地球観測衛星 (だいち) 等が周回中の中低高度軌道 (約 400km~1,000km) 帯が顕著であると同時に、気象衛星、通信衛星、等の静止軌道も観測性能の観点から、現状のスペースデブリ推定数の 2、3 倍のデブリが存在する可能性を最近 NASA は指摘している。全地球宇宙航行測位衛星 (GPS) など、人工衛星は国民生活にとって重要なインフラとなっており、デブリによりインフラが破壊されたときの社会的・経済的被害は計り知れない。更に最近、国内外の大学等が超小型衛星の打上げにも参加し、従来の宇宙機関間での合意形成だけでは立ち行かない状況に鑑みると、国際協力をしつつ、我が国における SSA の役割について産官学が協力して検討する必要がある。

他方、地球の軌道に接近する小惑星は地球接近小惑星と呼ばれている。軌道の形により大きく 3 つ (アポロ型、アモール型、アテン型) に分けられるが、なかにはその軌道が地球の公転軌道と交差するものがある。そこで、1990 年代になってから世界各国で地球接近小惑星の早期発見・監視のための観測が精力的に進められるようになった。大気圏突入前の小惑星の大きさが 10m 以下の場合、小惑星は大気中で分裂・四散する。

しかし、それ以上の大きさがあると地上に到達し、その直径の 10～20 倍の大きさのクレーターができる。もし 1km 程度の小惑星衝突が起こると、吹き飛ばされた土砂などが数 100km 飛び散り、周囲に壊滅的な被害をもたらす。そして粉碎された塵は地球全体を覆い、粉塵被害や太陽光を遮断することによる寒冷化を起こす。現在地球で確認されているクレーターは約 100 か所あり、そのなかのひとつに、メキシコ・ユカタン半島の沖の海底を中心とした、直径 200km のクレーターがある。これは、約 6500 万年前に直径 10km の小惑星が衝突した跡と考えられており、この衝突で引き起こされた地球規模の環境変動により、恐竜などの多くの生命が絶滅したと考えられている。

我が国においては 2009 年 6 月に決定された宇宙基本計画の中で「環境への配慮（デブリ低減による宇宙環境の保全）」を 6 つの基本的方向性の 1 つとして明記している。そのための具体的施策としては、「デブリの分布状況把握」、「デブリ発生極小化」、「デブリの除去装置」の推進が盛り込まれている。特に「デブリの分布状況把握」について、現状ではサブメートル級（10cm～1m）のデブリを詳細かつ高精度に把握する能力を有していないため、防衛省等の機能を含めて有効に活用するとともに諸外国の観測データとの連携も図り、特に周回軌道上ではサブメートル級のデブリの詳細な軌道位置等を把握することを目指すとされている。今後、各国の SSA の実施状況を詳細に把握した上で、我が国独自の SSA のあり方や海外との連携のあり方について、体系的かつ具体的に検討する必要がある。

## 1. 調査研究のバックグラウンドと目的

### (1) バックグラウンド

スペースデブリは 1957 年スプートニク打上げ以降、人類の“負の資産”として地球周辺に徐々に増加してきた。特に 2007 年、中国による衛星破壊実験、2009 年の米ソ衛星同士の軌道上衝突等により、ここ数年の間にスペースデブリ環境は急激に悪化し日々の宇宙活動の脅威となっている。このような宇宙環境下において安全な宇宙活動を長期持続的に実現するため、観測能力の強化や、現状の是正のための対話や活動が国際的に進められつつある。

2007 年の中国による衛星破壊実験（ASAT）、2009 年の運用中の米国民間衛星と運用を停止していたロシアの衛星が軌道上で衝突する事故等によりスペースデブリが急激に増加している。米国軍の発表によると、日夜、約 22,000 個のスペースデブリを観測している。米国軍によりデータベース化された 10cm 以上のスペースデブリが 16,000 個以上もあり、2000 年初期に比べ、最近 5、6 年で 1.6 倍以上に増加している。また、2011 年後半から 2012 年 1 月には、米国、ドイツ、ロシアの大型衛星が大気圏に突入し、大気圏内で燃え尽きない破片が地球に落下する事象が発生し、話題となった。

このような宇宙環境の悪化に対応するため、宇宙機関間スペースデブリ調整委員会（IADC）は、スペースデブリ低減ガイドラインを 2002 年合意、翌年、同ガイドライン

を国連宇宙空間平和利用委員会（UNCOPUOS）に提示、2007年、UNCOPUOS総会で同ガイドラインが合意された。

また、2007年9月、国連総会第1委員会でEUを代表してポルトガルは、EUは安全な宇宙利用のための行動規範を作成する予定であることを通告し、併せて行動規範に盛り込む予定の項目について報告した。「宇宙活動に関する欧州行動規範案」は、2008年12月8-9日に開催された欧州理事会で承認され、その後15カ国程度の域外の宇宙活動国との調整に入り、調整結果に基づいて必要な修正を加えた後、世界的な行動規範として採択する予定であった。

なお、ESAは、2008年のESA閣僚級会合で汎欧州SSAを開発することで合意し、現在、その準備プログラムを展開中で、施設設備のシステム要求や、ユーザ要求、システムアーキテクチャーの検討を実施中である。2012年12月の次回閣僚級会合で、次年度以降の本格的活動の可否が決定される。新構想の中には、新たなレーダーシステムが含まれている。その上、昨年初め、ESAとNASAとの間で、接近ワーニング情報の交換、監視データの交換、相互運用性等SSA活動の協力可能性について意見交換を行っている。

更に、2012年1月、米国はEU及び諸外国と協力して、EU行動規範をベースとして“宇宙活動の国際行動規範”作りに踏み出すことを決定した。クリントン国務長官は、日本及びオーストラリアをはじめとする諸外国が本行動規範作りを支援することを歓迎する旨発言している。国際行動規範が採択された場合、これ以上のデブリを発生させないことの政治的コミットを確立、衝突の危険性回避のための宇宙での運用の透明性を向上させることとなる。米国はこの問題を解決するためにG8の場で議論することにした。持続可能な宇宙開発利用を実現するためには、アジア諸国を含む世界の国々が協力して早急にこのデブリ問題に取り組まないと、人類の未来にとって取り返しのつかない事態、即ち期を逸することになるとの認識からである。

更に、UNCOPUOSでは、昨年からの宇宙活動の長期持続性に関するワーキンググループ活動が始まり、2012年6月から堀川氏がUNCOPUOS議長に就任、小原氏が同ワーキンググループの宇宙天気分野の座長を務めることが決定されるなど、国連レベルでの我が国のプレゼンス向上が期待される。

我が国においては、2009年制定された「宇宙基本計画」の中で、宇宙環境保全の重要性や、スペースデブリ観測能力向上の必要性が指摘されると共に、本分野における一層の国際協力、国際貢献の推進が必要との認識が述べられている。

## （2）目的

宇宙基本計画に盛り込まれている「環境への配慮（デブリ低減による宇宙環境の保全）」について、現状では具体的な実施プランが策定出来ていないのが実情である。欧米では、今後の宇宙開発利用の持続的発展のために体系化したSSA構想により関連各機関が連携した活動を展開している。我が国としては、現在、JAXAがデブリ観測やデブ

り接近解析・衝突回避処置、更にはデブリ低減のためのガイドライン作りの点で国際貢献しているが、日本国内で衛星を保有する政府関係機関や民間も巻き込んだ体系的な SSA 構想が無く、今回の海外の宇宙機関等で実施されている SSA 活動の動向を正確に把握することで、我が国としてもどのような SSA を構築すべきかの基礎資料となり、今後の我が国の国益のための SSA 検討の促進に寄与することが期待される。

SSA の中には「スペースデブリ観測／スペースデブリ接近解析・衝突回避処置」、「宇宙天気の情報収集」、「地球近傍小惑星の監視」、「スペースデブリ低減のための国際規格化」など人類共通の課題が含まれており、我が国独自の対処を要するものの他、海外と連携協力しながら対処することが適切なものがある。特に、米国は米ソ冷戦時代に構築したグローバルな監視網（SSN：スペース・サーベイランス・ネットワーク）を保有しており、欧州は ESA 及び EC との連携による域内の国際協力が前提になっている中で、我が国のみで欧米と同程度の活動を行うことは能力的、財政的にも不可能であり、SSA 構築の先進国である欧米との協力は不可欠である。効率的な監視、リソースの有効利用の観点からもいかに効果的に米国や欧州と協力していくべきかを整理する必要がある。本調査研究の成果を活用することにより、我が国として独自に実施すべき監視能力と海外と連携することで手に入れることの出来る監視能力が識別でき、今後の我が国の SSA 構築の在り方の検討に資することが出来る。

本調査研究においては、取組みが進んでいる米国と欧州の SSA に対する取組方針や取組みの実態について、現地での情報収集も含めて調査し、海外との連携も含めた今後の我が国の SSA 構築の在り方の検討に資する情報を取りまとめることを目的とする。

## 2. 調査手法

### (1) 文献等公開情報の収集

デブリ関係を扱う各種国際機関、米空軍 (USAF) や NASA などの米国の宇宙関連機関、欧州宇宙機関 (ESA) やフランス国立宇宙研究センター (CNES) などが公開した情報、SSA、スペースデブリ、地球近傍小惑星 (NEO) 関連の学会、シンポジウム等での発表資料、インターネットによる情報検索等を用いて、以下の情報を収集する。

- (a) 米国における SSA の定義
- (b) 米国における SSA 活動の現状と今後の計画
- (c) 米国内の関連機関間（政府、軍、NASA 等）の役割分担と体制
- (d) 米国としての国際協力に対する考え方と実施方策
- (e) 欧州における SSA の定義
- (f) 欧州 SSA プログラム計画（準備プログラムの進捗（2011 年まで）と、2012 年以降の本格運用フェーズ計画の詳細）
- (g) ESA と欧州安全保障議会との役割分担と体制
- (h) 欧州域内の国内宇宙機関等の役割と体制

(i) 欧州としての国際協力に対する考え方と実施方策

(2) 米国及び欧州における現地調査

米国や欧州のデブリ関連機関や専門家を訪問し、意見交換を行うことにより、欧米の SSA の現状の詳細、今後の方向性、動向に関する情報収集並びに意見交換を行う。なお、欧州で主に調査を行った欧州宇宙政策研究所 (ESPI) を訪問した際に我が国の SSA の取組みを紹介するショートレポートを作成し、ESPI から公開されたため、同レポートを本調査報告書に添付する。

(3) 情報収集及び現地調査結果の整理・分析

収集した情報を体系的に整理・分析し、報告書を作成する。整理分析に当たっては、SSA 問題に詳しい外部有識者 (JSF 顧問) に協力頂き、技術的側面、法的側面からのアドバイスを頂く。

(4) 我が国の SSA 構想検討に資するための考察

海外との連携のあり方や我が国独自の SSA 整備のあり方について考察する他、我が国における今後の SSA の検討のための準備を行う。考察に当たっては、SSA 問題に詳しい外部有識者 (JSF 顧問) に協力頂き、技術的側面、法的側面からのアドバイスを頂く。

### 3. 米国の動向

(1) 米国の宇宙デブリ政策

米国においては、宇宙分野は米国にとって極めて重要な国益として持続性を維持すべきものと定義付けられている。

オバマ大統領は、2010 年に発表した国家宇宙政策 (NSP) の中で、米国防総省 (DOD) 及び米国航空宇宙局 (NASA) に対して、能動的なデブリ回収技術開発を指示している。中低高度でデブリ密度が高い領域を飛行中のデブリ化した大型衛星の能動的回収に向けて、DOD は NASA との協力を進めている。この能動的デブリ回収には、不安定化した物体の状態を正確に把握するために SSA 能力の改善・向上が必要である。能動的デブリ回収には、このような技術と同時に、透明性や協力的対応なども同様に重要である。

また、クリントン国務長官は、2012 年初めに“宇宙環境の長期持続性が今、無責任な活動によるデブリの発生で危機的状況に陥っている”と述べている。中国による ASAT 実験がその典型であり、宇宙環境は、最早避けがたい衝突の連鎖が起こってもおかしくない状況に至っている。従って、このような環境下で今後も宇宙開発利用を継続するためには、違った行動が必要である。

DOD は今後、NASA や国際コミュニティと連携して、デブリ問題に対して包括的な取組

みを開始する。米国が今後取り組む戦略は、①更なるデブリを増やさないこと、②衝突や破裂を引き起こさないこと、③リスクの高いデブリを能動的に回収すること、が3つの重要な柱である。

## (2) 米国家宇宙政策におけるデブリ対策

2010年の米国家宇宙政策(NSP)の中の大きな柱の一つとして「宇宙環境の保全と宇宙の責任ある利用」が謳われている。宇宙環境の保全と宇宙衝突ワーニング措置の開発が主な目標であり、米国として以下を実施する。

### (a) 宇宙環境を保全

- ①「国連宇宙デブリ削減ガイドライン」のような、デブリを最小限にとどめる国際・民間標準及び政策の継続的な策定導入の主導
- ②商業・民生・国家安全保障の情報源から得られたSSA情報を、開発・維持・利用し、宇宙環境の責任ある利用及び長期的持続性に反する宇宙における活動を探知・特定・分析
- ③宇宙機、打上げサービス、及び、宇宙におけるテスト・実験実施の調達及び運用において、ミッション要求とコスト効率性に合致する範囲で、「米国政府軌道上デブリ削減標準手法(United States Government Orbital Debris Mitigation Standard Practices)」の遵守を継続
- ④NASA長官及び国防長官を通じ、軌道上デブリの削減・除去、危険物の削減、および、現行・将来のデブリ環境に対する理解増進のための技術・手法の研究開発の実施
- ⑤「米国政府軌道上デブリ削減標準手法」の例外を認めるために省庁の長官による許可及び国務長官への通達の導入

### (b) 宇宙衝突ワーニング措置の開発

宇宙衝突警戒措置の開発を強化する。国防長官は、国家情報長官、NASA長官、その他省庁との協議に基づき、産業界や外国と協力して、宇宙物体データベースの維持・改良、共通の国際データ標準及びデータ統合措置の追求、民間・国際組織に対する、宇宙物体の衝突予測を含む、サービス提供と軌道上追跡の配布を行うことができる。

## (3) 米国の今後の宇宙デブリ活動

スペースデブリ対策には、まず正確、迅速、タイムリーな状況認識が必要である。米国家宇宙戦略軍(USSTRATCOM)の統合宇宙運用センター(JSPOC)は、50年の活動の歴史を誇り、24時間無休で、1,100機の運用中衛星を含む22,000個のデブリ観測を行っている。米国家宇宙政策は、我々のSSA活動に対する指針を与えているが、宇宙活動に対

して事故、誤認、不信を回避するためには、責任ある行動が必要である。その実行には、①宇宙における安全、安定、セキュリティの強化、②戦略的国家セキュリティの強化、③米国の国家セキュリティを支える宇宙産業基盤強化が必要である。米国国防予算は減少傾向にあり、効率的な活動が求められているが、アジアに対する活動の比率を高めていきたいとの意図を有している。

今後の SSA 能力向上に向けた宇宙プログラムとしては、新たに、“Space-Fence” プログラムに取り組んでいる。従来の VHF 帯から、S 帯の電波を使うことで、中低高度帯の更に小さいデブリ観測が可能となる。2010 年代後半の運用開始を目指している。次は、SBSS (Space-Based Space Surveillance system: 宇宙からの監視) である。SBSS 初号機は、2010 年打上げの後、2011 年 3 月、米国空軍による運用フェーズに入った。SBSS により、静止軌道帯の微小デブリ観測が可能となった。更に、JSpOC におけるデータ処理能力向上のため、JMS (JSpOC Mission System) システム開発にも取り組んでいる。米国は同盟国と協力して SSA にチャレンジすることで、諸外国、商業パートナー、一般市民へのサービス提供を行っている。

#### (4) 米国内の関連機関間 (政府、軍、NASA 等) の役割分担と体制

##### (a) NASA の役割

NASA においては、NASA ジョンソン宇宙センター (JSC) に設置されている NASA Orbital Debris Program Office が周回デブリの研究をリードするセンターである。同オフィスは、軌道環境を利用するユーザの保護のため、デブリ低減措置を適用するための技術的コンセンサス策定や環境観測を実施において、国際的にリードしている。同オフィスは、周回デブリ環境の理解向上やデブリ増大をコントロールするための措置の策定を継続的に実施していく。同オフィスの活動分野は以下の通り。

##### ①モデリング

NASA の科学者は現在及び将来のデブリ環境を把握するための軌道上デブリモデルの開発及びアップグレードを継続する。国際宇宙ステーション (ISS) やスペースシャトルを含む宇宙機や衛星のデブリ衝突リスク評価には、ORDEM2000 のようなエンジニアリングモデルが利用される。一方、LEGEND のような発展型モデルが、将来のデブリ環境の予測のために設計されている。それらのモデルは、デブリ低減実施に向け、いかに将来のデブリ環境に取り組むかを研究するための信頼性のあるツールである。

##### ②計測

地球周回デブリの計測は、地上観測施設と軌道上宇宙観測施設からの軌道上デブリ環境の観測により実施される。データは、地上レーダと光学望遠鏡、宇宙望遠鏡、宇宙から回収された宇宙機表面の解析により取得される。データ取得のため幾つかの重要なデータソースとしては、米国宇宙監視ネットワーク (SSN)、Haystack X バンドレ



ーダ、Solar Max や長期曝露施設 (LDEF) による回収されたものの表面解析、ハッブル宇宙望遠鏡 (HST)、スペースシャトルがある。データから環境モデルの検証ができ、新しいソースの必要性を特定することができる。

### ③保護

軌道上デブリ保護には、軌道上デブリによる運用衛星へのリスク評価のための超高速衝突解析や、軽量で、より良い保護のための新素材や新設計の開発が含まれる。これらの活動から得られたデータにより、モデルにより定義された環境と運用衛星の環境におけるリスクをリンク付けすることができる。また、設計・運用プロセスに対するリスクを減らすための提言を得ることが出来る。それらのデータはまた、回収された宇宙機の表面の衝突痕の解析・状態把握に役立つ。この研究の主な施設は、JSC の超高速衝突技術施設 (HIT-F) やその他 JSC 施設、ニューメキシコ州の施設、DOD の研究所である。

### ④低減

次世代の地球周辺環境を保護するため、軌道上デブリの数の増大をコントロールすることは、米国の NASA を始め、世界の主要宇宙開発国の高いプライオリティである。低減措置は、新しいデブリの発生を抑えること、小型デブリによる衝突に耐えるための衛星設計、デブリ発生抑止・特定の衛星姿勢制御、デブリ衝突回避マヌーバといった運用プロセスの実施につながる。

NASA は 1995 年に包括的な軌道上デブリ低減ガイドラインを発行した最初の宇宙機関である。その 2 年後には米国政府が NASA のガイドラインに基づき、軌道上デブリ低減標準プラクティスを策定した。その後、日本、フランス、ロシア、欧州宇宙機関 (ESA) を含む他国及び他国機関もそれぞれのデブリ低減ガイドラインを策定している。

### ⑤再突入

宇宙において物体が増加しているため、NASA 及び国際航空宇宙コミュニティは、地球を周回している運用を停止した宇宙機やロケット上段の数を減少させるためのガイドラインや評価手順を適用した。ミッション終了後の廃棄に関する一つの方法は、自然落下もしくはコントロールされた形での再突入のいずれかにより、それらの宇宙機を再突入させることである。再突入を加速させる一つの方法は、宇宙機の近地点高度を下げることにより、大気による摩擦を増大させ、より早く地球大気に宇宙機を落下させるというものである。しかしながら、そのようなケースにおいては地上での生命への影響を避けることは完全には保証できない。コントロールされた形での再突入では残りの燃料と大型の推進システムを用いて行われ、適切な緯度経度で大気に突入

させることにより、海洋などの生命への影響が小さい場所に落下させることができる。

宇宙機コンポーネントの再突入で燃え尽きない部品を計算するために、NASA は 2 つのツールを保有している。1 つはデブリ評価ソフトウェア (DAS) であり、従来使われてきた利便性の良いツールである。もう一つが物体再突入生存解析ツール (ORSAT) であり、より正確に、忠実なモデルを宇宙機運用者やトレーニングに提供できる。

#### (b) 国防総省の役割

軍予算は、GPS システムの運用、気象衛星によるデータ提供など民生レベルへの貢献が含まれている。また、デブリ観測データを提供している “Space-Track.org” は、公共的なデータベースとして全世界で活用されている。JSpOC は、米国 DOD のみならず、既に 30 以上の民間組織との間で協定を締結し、デブリに関するデータ提供に取り組んでいる。最近の例では、本年 1 月、ロシア衛星 “フォボス・グルント” の地上落下予測に対するデータ提供を行った。勿論、これには海外の機関との協力のもと、データ提供が実現されている。

#### (c) 国防総省の SSA アーキテクチャと SSA タスク

正確でタイムリーな SSA 実現のため、国防長官は、国家情報局、NASA 他関係省庁からの支援のもと、宇宙監視、情報収集等に取り組んでいる。勿論、この取り組みは、民間セクターや国外の宇宙機運用機関との協力が含まれている。これまでの SSA 活動は、2 国間で進められてきたが、今後は多国間で進めるべきと考える。多国間で進める場合には、データ様式、相互運用性、様々なレベルの安全保障基準、個人情報機密等、解決すべき課題がある。

#### (d) USSTRATCOM

“space-track.org” のサイトには、全世界 156 ヶ国から 25,000 人が WEB に登録し、過去 1 ヶ月間で 200,000 回以上のログインがあった。1 日約 6,000 回のログインとなる。この WEB サイトはデブリに関する様々な情報を提供している。また、USSTRATCOM は、世界の民間を含めて 30 以上の機関と契約を締結し、緊急デブリ接近情報はじめ特別な情報提供を行っている。緊急デブリ接近情報により、これまで、85 回の軌道制御が実行されている。米国はこのような活動を通じて、国際的情報交換の拡大に繋げている。

- ① 基本サービスは、WEB 上で登録すれば、デブリ軌道情報、衛星データ、衛星・デブリ落下予測情報など提供している。(space-track.org)
- ② アドバンスド・サービスは、USSTRATCOM と SSA データ共有覚書の締結が必要である。接近予測情報提供、打上げデブリ接近予測情報提供、軌道離脱及び再突入予測情報提供、廃棄・寿命末期運用支援、不具合処理等の情報を提供する。
- ③ 緊急サービスは、世界の全ての衛星運用機関に対してデブリ緊急接近情報

(Conjunction Summary Message : CSM) を提供する。

米軍は関係機関と定常的な会合の場を持っている。NASA とは、四半期毎に、様々な議題で情報交換している他、米空軍は、国務省、ホワイトハウス、国家安全保障会議等とも定期的な会合を有している。現場レベルでも軍は NASA と射場を共有する等の協働体制を維持し、NOAA ととも軍が保有する気象観測衛星で取得するデータの相互利用などにも努めている。軍もリソースが潤沢にあるわけではないため、NASA や NOAA 等との協力は非常に重要である。

#### (5) 米国の国際協力

今日の宇宙システム及びそれらを支える宇宙インフラは、人工物がもたらす破滅的脅威に直面しており、米国では国際協調が必要であると認識している。2010 年、議会は国防長官に SSA 協力協定を結ぶ権限を与えた。アメリカとフランスでこの協定が結ばれた（他にもカナダとの協定が結ばれた）。これは政治的な協定であり、具体的なプログラムではないが、これから技術的な詳細を詰めるための政治的な枠組みである。

米国では以下のような側面で国際協力を進めている。

##### (a) デブリ低減に向けた協力

近年のデブリ環境は、中国の ASAT 実験や軌道上での衛星同士の衝突等により最悪であり国際宇宙ステーションも脅威にさらされている。そのため、米国としては、IADC や国連レベルでのデブリ低減ガイドライン作成に貢献するとともに、最近では、国連宇宙空間平和利用委員会における長期持続性議論にも積極的に参加している。

##### (b) 宇宙状況認識に関する協力

宇宙環境状況認識の確実性を保持するためには国際協力は必須である。特に、潜在的に宇宙システムへの障害となる対象物を迅速に検知、警告し、特性把握するためには、米国宇宙政策では、外国政府、民間セクター、政府間国際機関との協力が必要と認識している。既に、米国は欧州宇宙機関、EU、欧州内各国宇宙機関との間でそれぞれの SSA システム間の相互運用性に関する専門家同士による技術情報交換を進めている。また、同様な協力活動を、米国の同盟国であるアジア・太平洋地域諸国、特に日本と進める準備を行っている。

##### (c) 衝突回避のための協力

本件についても国際協力は必須である。米国は他国政府及び商業衛星運用者に対して潜在的なデブリ接近情報を提供している。並行して米国としてはこれらの情報を共有するための能力向上を追求している。

(d)TCBM（透明性、信頼性醸成措置）展開のための協力

TCBM はもう一つのキーとなる活動である。TCBM とは相互理解醸成と緊張緩和を目的とした情報共有のための手段である。宇宙での責任ある活動と宇宙の平和利用を推奨するために TCBM の遂行を、米国オバマ国家宇宙政策では謳っている。米国における TCBM は、トップダウンでなく宇宙空間平和利用委員会等を通じてボトムアップにより、それぞれ民間セクターを含む宇宙機運用機関からの意見を取り込んだ取組みを行っている。

(e)宇宙活動の国際行動規範について

2012 年 1 月、米国は EU 及び諸外国と協力して、EU 行動規範をベースとして“宇宙活動の国際行動規範”作りに踏み出すことを決定した。クリントン国務長官は、日本及びオーストラリアをはじめとする諸外国が本行動規範作りの支援を歓迎する旨発言している。国際行動規範が採択された場合、デブリをこれ以上発生させないことの政治的コミットの確立、衝突の危険性回避のための宇宙での運用の透明性を向上させることに繋がる。

米国はこれらの協力事項を進めるために G8 の場で議論することを提案している。持続可能な宇宙開発利用を実現するためには、アジア諸国を含む世界の国々が協力してこのデブリ問題に取り組み、人類の未来にとって取り返しのつかない事態を避ける必要があると考えている。

## 4. 欧州の動向

### (1) 欧州 SSA のバックグラウンド

安全保障・安全の保護の観点において、地球周辺の宇宙空間でどのようなことが起きているかを知り、理解するための自立的能力を持つことは極めて重要である。欧州における SSA 情報へのアクセスはある意味で米国に依存している面がある。欧州の宇宙インフラを保護するため、欧州は自立的 SSA 能力を開発することの必要性を認識していると同時に、米国のような長年にかけて構築してきた SSA 能力を米国に依存することなく欧州がすべて保持することは難しいということも認識しており、国際協力の重要性も認識している。その意味において、欧州の SSA 分野における国際協力はプログラマチックなアプローチを取っている。

2008 年 9 月に開催された第 5 回宇宙理事会の決議では、欧州において調整された活動を通じ、また他のパートナーとの連携を通じて、欧州のユーザに合う宇宙インフラのモニタリング・監視能力を構築する必要性が示された。その後、2010 年 11 月の第 7 回宇宙理事会の決議として、欧州は将来の SSA 能力の必要性を再認識し、EC と EU 理事会が政府のスキームやデータポリシーの提案に関与し、欧州の関係機関が非軍事および軍事

ユーザ要求の定義化において適切な施策を講じるよう要求している。2011年5月、EU理事会は「Towards a space strategy for the European Union that benefits its citizens（市民の利益となる欧州連合の宇宙戦略に向けて）」と題する決議を公表し、ESAやそのメンバー国と協力し、ECおよび欧州外部活動サービス（EEAS）が欧州のSSA構築に向けて活動することを求めている。

宇宙政策は、今後10年間、スマートで、持続可能で、包括的な経済を目指すというEUの成長戦略「Europe 202」のキーとなる要素である。同政策は高い記述を持った職、商業機会を生み出し、イノベーションを加速させ、市民の生活や安全を改善するという目的をサポートするものである。SSAはまた、高い技術を持った職や投資を生み出すものであると認識されている。

## （2）欧州 SSA 活動の定義

SSAは、宇宙環境、特に軌道上や地上インフラへの被害に関してタイムリーで正確な情報、データ、サービスを提供することにより、地球周辺の宇宙空間で何か起きているのかを知り、理解することを意味している。

欧州のSSAシステムは、欧州の既存の地上および軌道上インフラを統合・強化し、新しいデータセンターやネットワークを通じてデータ割り当て・配信システムを改善し、将来の専門的な地上・宇宙インフラを開発することである。

欧州SSAの完成により、欧州は自立的に宇宙デブリ、大気圏再突入物体、軌道上爆発、軌道上放出イベント、軌道上衝突、ミッションへの妨害・サービス能力、NEOの潜在的インパクト、太陽噴射による宇宙インフラへの影響など、人命や資産へのリスクを検知、予測、評価することができるようになる。

欧州SSAプログラムは以下の3つの主要分野で活動が行われる。

- 地球周回軌道における物体（地球を周回する運用中および運用停止した衛星、ロケットステージ、破片）の観測およびトラッキング
- 宇宙天気モニタリング：宇宙および地上における通信、ナビゲーションシステム、その他ネットワークに影響を与える太陽からの粒子や放射線
- 地球近傍物体の監視：地球にインパクトや損害を与える可能性のある自然物体とそのリスクや潜在的被害低減方策の評価

それらの活動を実施する能力を構築するため、当初、既存のESA、欧州、国際パートナーのアセットを統合し、最大限活用する。欧州SSAはその後、監視レーダや光学望遠鏡（将来的にはSSA専用衛星ミッションを含む可能性がある）を含む新しいインフラの構築により拡大される。

SSAプログラム宣言に含まれる欧州SSAシステムの高いレベルでのユーザニーズは以下の通り。

- 宇宙アセットや関連サービスの安全やセキュアなオペレーションをサポートす

る

- (軌道上および再突入時の) リスクマネジメントや liability の評価をサポートする
- (人工および自然両方の) 宇宙物体の状況や基本的特性を評価する
- 国際条約や勧告への遵守の違反を発見する
- 打ち上げ国もしくは打ち上げ組織による宇宙物体の責務の引き受けを可能にし、信頼性醸成措置 (CBM) をサポートする (物体の所有者や運用者を特定する)

### (3) 各ステークホルダーの役割

SSA プログラムは欧州委員会 (EC)、欧州連合衛星センター (EUSC)、欧州防衛機関 (EDA)、欧州宇宙機関 (ESA)、各国政府、各国宇宙機関、科学研究機関、産業界との密接な協働により実施されている。ESA は SSA の非軍事ユーザの要求を特定するための調整を行い、産業界や他のサービスセクターと協力してプログラムを実施している。一方、軍事ユーザ要求は EDA により特定される。2011 年 6 月、ESA と EDA は相互協力アレンジメントを締結した。同アレンジメントの目的は、それぞれの活動の調整を通して、ESA と EDA の協力関係を構築し、相互利益を生み出すことである。これにより、SSA 活動における調整が進むことになる。

さまざまな SSA ユーザが、SSA システムにより提供されるデータの質、精度の観点で異なる要求事項を持っている。特に非軍事と軍事ユーザの要求事項は異なる。宇宙天気や NEO のモニタリングのような地球周辺の自然環境に関する活動は、安全保障や軍事にとってはそれほど重要とみなされない可能性がある。一方、地球低軌道 (LEO)、中軌道 (MEO)、静止軌道 (GEO) の宇宙物体を追跡し、特定することはデュアルユースの要求が存在する。2010 年 9 月に EC により出された公式文書では、欧州 SSA システムの非軍事および軍事要求の初期の取りまとめが示されている (表 1)。

目的	軍事／ 防衛	非軍事
明確な宇宙状況 (RSP) を把握し、政府機関に提供する	○	
宇宙物体の状況や基本的特性を評価する	○	○
自身のもしくは協力軍の利益のために宇宙の状況についての作戦・戦略情報を提供する (宇宙アセットを用いた IMINT や SIGINT からの保護)、国家安全保障の保護への貢献 (欧州安全保障・防衛政策、軍事作戦、市民保護、など)	○	
国際条約の実施を検証し、違反の発見や責務の引き受けを可能にする (寿命がきた衛星のデオービット方策検討を含む)	○	○
他国の宇宙能力の評価に貢献する	○	

軍事目的での他国の能力を評価する	○	
宇宙システムに影響を与える可能性のある脅威への理解を深める (例：状況や基本的性質)	○	○
軍事やその他重要な宇宙システムへの意図的脅威や敵国による活動を特定する	○	
宇宙における兵器の使用を特定する	○	
周回している物体の大気圏再突入を予測し、モニターする	○	○
宇宙天気を予報し、アラートを出す	○	○
必要あれば、自身の宇宙アセットを保護するための衝突回避マヌーバを実施することを想定し、衛星やその他物体の衝突解析を行い、衝突リスクを予測する	○	○
地球近傍物体（NEO）からの危険を事前に防止する		○

表 1：欧州 SSA システムの非軍事および軍事要求

欧州 SSA における各ステークホルダーの役割は以下の通り。

①EU/EC

EU および EC は政策決定機関として欧州 SSA において重要な役割を持つ。EU はデュアルユースの特性や持続的活用を確かなものとするための必要を考慮し、データポリシーを含む SSA に関連する組織やガバナンスを定義する。

②EUSC

EU 理事会の機関である EUSC のミッションは共通安全保障・防衛政策（GSDP）の分野における衛星画像やデータの解析を通して、EU の政策決定をサポートする。その意味において、2011 年 3 月、加盟国のサポートの下、プリカーサ SSA サービス支援（SPA）プロジェクトが第 7 次フレームワークプログラム（FP7）のサポートアクションの 1 つとして EUSC により開始された。18 ヶ月間の SPA プロジェクトは欧州 SSA の潜在的モデルを試験するためのガバナンスおよびデータポリシーの技術的定義づけに貢献することを目的としている。

③EDA

EDA は体系的宇宙・安全保障ダイアログに関与し、欧州委員会事務局長、EEAS 危機管理計画局、個別の宇宙活動に関する ESA 定期連絡調整会に参加している。EDA はコンセンサスを作るサポートを行い、宇宙における EU と米国の意見交換も行っている。2011 年 3 月に宇宙は Core Drivers として EDA の最優先事項に含まれることになった。

欧州 SSA 活動において、EDA は ESA と協力し、軍事要求を取りまとめる検討を行う。EDA のプロジェクトチームは SSA の軍事要求を取り込むための共通スタッフターゲット (CST) 文書を起草し、2010 年 3 月に EDA 運営ボードにより承認された。

#### ④加盟国

現在のところ、13 の ESA 加盟国（オーストリア、ベルギー、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、イタリア、ルクセンブルグ、ノルウェー、ポルトガル、スペイン、スイス、英国）が SSA 準備プログラムに参加している。そのうち、ノルウェーとスイスは EU の非加盟国である。参加国は欧州 SSA 活動に関与し、それら自身のアセットが将来の SSA システムに貢献することになる。特にフランスとドイツは多くの重要な SSA アセットを保有している。

#### ⑤宇宙産業

宇宙産業はコントラクターとして欧州 SSA システムの実施に向けてプログラムを遂行すると同時に、SSA サービスから利益を得るユーザである。SES 社を含む商業衛星運用者は、宇宙運用者の安全や効率を改善するため、2009 年に衛星運用者の非営利組織である宇宙データアソシエーション (SDA) を設立した。Analytical Graphics (AGI) 社が、SDA の自動化された宇宙状況認識システムであり、軌道上衝突や周波数干渉のリスクを減らすための宇宙データセンターを設計し、運用する契約を受託した。初期の宇宙データセンターの運用は 2010 年 7 月に開始された。

#### ⑥ESA

ESA は欧州 SSA プログラムの実施機関である。ESA は欧州各国のさまざまな能力を統合し、SSA に重要な知見を提供する。

SSA 活動の資金は複数の組織から得られている。欧州委員会の FP7 は宇宙天気予報や軌道上衝突から宇宙アセットの安全保障に焦点を当てた SSA 活動まで活動をサポートする。それに加えて、ESA が General Support Technology Programme (GSTP)、Basic Technology Research Programme (TRP)、SSA プログラムを通して、SSA 活動を実施する。GSTP-4 においては、「Proof of Concept for Enabling Technologies for Space Surveillance」および「Definition of Ground Segment Requirements for a UHF Radar for the European Space Situational Awareness System (ESSAS)」が ONERA、EADS アストリム社、INDRA 社により実施され、ESA はより装置の技術開発に焦点を当てている。

#### (4) SSA 準備プログラム

欧州 SSA プログラムは当面、設計、開発、展開のための ESA のオプションプログラム



として実施される。SSA 準備プログラム (SSA PP) には合計 4965 万ユーロが割り当てられ、2008 年 11 月の ESA 閣僚級理事会で承認された。同プログラムは 2009 年 1 月に正式に開始されている。2012 年までの初期フェーズの後、フルオペレーショナルのサービスが承認後、実施される計画である。

初期の SSA PP 活動は要求事項の取りまとめと主要エレメントの仕様作成、欧州の SSA システム完成に向けてのアーキテクチャスタディと設計に焦点が当てられる。プリカーササービスを通して、ESA はスケール的なソリューション、完成システムの概要、少ないデータセットによる測定結果、現在の欧州リソースの特定、入手可能な欧州アセットを利用した能力評価、革新的ソリューションのテストベッドを試験する。準備フェーズの間、これらのエレメントが実施される。

- SSA コアエレメント：システムアーキテクチャ、ガバナンス、データポリシー、セキュリティ、宇宙監視・追跡セグメント (SST)
- 宇宙天気エレメント：宇宙天気セグメント (SWE) および地球近傍物体 (NEO) セグメントの構築を含む
- レーダエレメント：将来のレーダシステムの仕様の作成・設計、プロトタイプの開発を含む
- パイロットデータエレメント：すべてのセグメントの共通データ管理およびデータ保管サポート

#### (a) SSA コアエレメント

SSA に貢献するすべての ESA 加盟国はコアエレメント活動に参加している。約 20 の活動が同エレメント内で実施される。

##### ① システムアーキテクチャ

一般的に SSA システムには以下を含むが、ESA はシステムデザインを完成させる前に EU 理事会、EC、EDA を含む多くの SSA ステークホルダーからインプットを得る。

- センサ：地上および宇宙に展開される
- データセンター (セグメント毎)：センサのデータを受信し、保管する
- 管理システム (専用データセンターを含む)：システム全体のコントロールおよびデータ配信
- サービスセンター (セグメント毎)：データプロダクトの配信、SSA カスタマーへの警告およびアラート

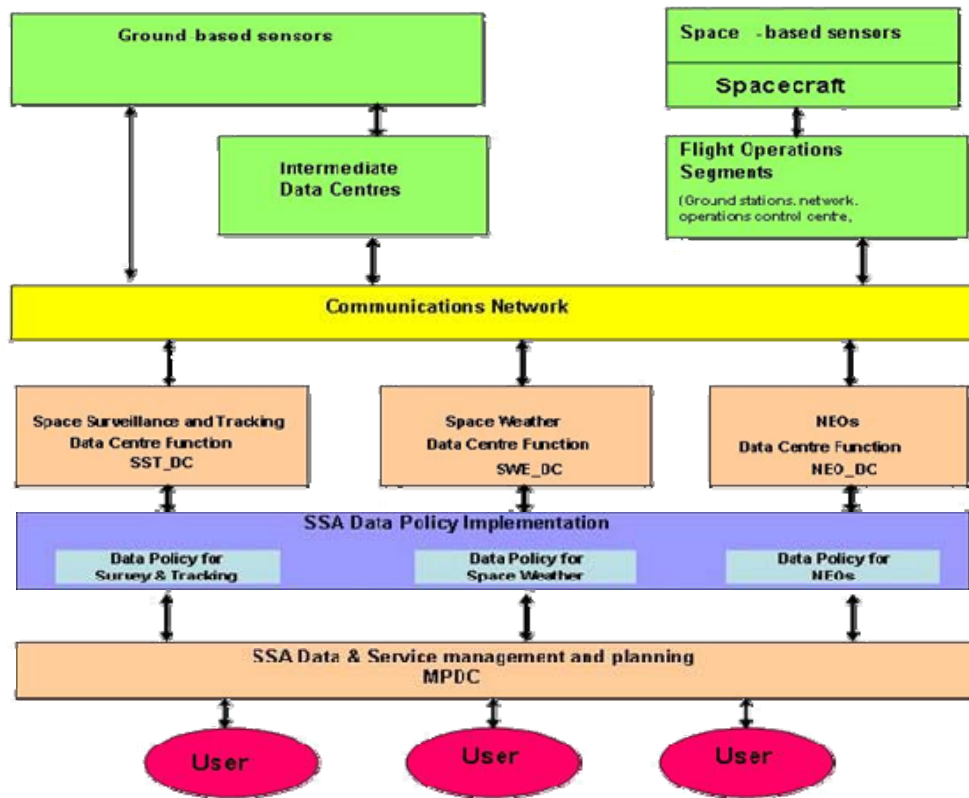


図1：欧州 SSA のシステムアーキテクチャコンセプト

### ②ガバナンス、データおよびセキュリティポリシー

この活動の目的は SSA システムのガバナンスモデルの構築・提案およびデータ・セキュリティポリシーの定義である。欧州の政策立案者、国家政府、EU 関連組織、参加 ESA 加盟国とのコンサルテーションを通して、ESA は非軍事ユーザ要求を収集し、技術的アーキテクチャを設計している。一方で、EDA は軍事要求の検討を行う。

### ③国際協力および標準化

欧州は米国との長期にわたる協力を含む国際協力を推進する。また、以下の協力が拡げられる。

- 技術・商業レベル：国際標準化機構（ISO）、欧州宇宙標準化協力機構（ESS）、統合オペレーションアドバイザーグループ（IOAG）といったエンジニアリング標準化組織と協力する
- 科学・ポリシーレベル：ESA が主催するスペースデブリに関する欧州会議、COSPAR、機関間デブリ調整委員会（IADC）、UNCOPUOS および国際宇宙航行連盟（IAF）との協力

- SSA 宇宙天気セグメント：国際太陽エネルギーソサエティ（ISES）、世界気象機構（WMO）およびその他宇宙天気サービス規定標準化の開発や利用を支援する組織と協力

#### ④宇宙監視および追跡セグメント（SST）

SST 能力を提供するために要求されるインフラは SST セグメントと呼ばれる。準備フェーズの間、SST の 2 つの主要な役割がある：将来のフル SST システムを定義することと将来の開発のためのテストベッド・実証試験としてのプリカーササービスを立ち上げることである。3 つの主要エレメントにより、SST セグメントはカスタマーの要求に応え、信頼性のある実用サービスを提供する。

- データカタログ：軌道で発見されているすべての情報
- 地球周回物体を正確に検知するためのセンサネットワーク：監視および追跡センサ（通常は光学もしくはレーダシステム）
- 適切な人が正確な情報を迅速に受け取るためのガバナンスおよびデータ管理システム

2009 年以来、スペインにある ESA/ESAC の宇宙監視試験・検証センター（SSTC）はプリカーサプログラムで提供される予定の初期の SST サービスの開発のフォーカルポイントとなった。同センターの活動には、解析ソフトや運用ツールのプロトタイプングやデータ管理プロシージャの開発などが含まれる。SSTC は欧州や国際的な宇宙関連組織、防衛組織、学術書式、民間が提供する多くのセンサデータを用いて、様々なプリカーサ監視サービスを衛星運用者やカスタマーに提供する。欧州 SSA にはスペインの Tenerife にある光学地上ステーションの ESA 宇宙デブリ望遠鏡のアップグレードも含まれる。同アップグレードは静止軌道および地球中軌道（MEO）の高度における物体のデータ取得能力を向上させる。

役割	地球周回物体の発見、カタログ化、予測
プリカーササービスの開始	2012 年
サービスセンター	スペイン ESA/ESAC の宇宙監視試験・検証センター（SSTC）
センサ	現在：レーダ、望遠鏡、その他アセットの組み合わせ 将来：デブリ観測専用レーダおよび光学システム

表 2：SST

2010 年 11 月から 2011 年 11 月にかけて 3 日間の SSA 関連テストが実施された。欧

州5カ国の科学研究用望遠鏡やレーダ施設を用いて行われた同追跡実験キャンペーンでは、いかに既存の施設が軌道上のデブリによる潜在的脅威を観測できるかを試験した。同テストには観測ターゲットとして、既に軌道がわかっている ESA の GOCE、Artemis、Envisat、その他の欧州の衛星が用いられた。地球低軌道 (LEO) の物体を追跡するため、同キャンペーンでは LEO の物体を追跡するため、スウェーデンやノルウェーにある European Incoherent Scatter Scientific Association (EISCAT) や英国ハンプシャーの Chilbolton 天文台により運用されている研究レーダが用いられた。また、GEO の物体を追跡するため、ESA が所有するスペイン Tenerife の光学望遠鏡の他、スペイン (Observatorio Astronómico de Mallorca)、スイス (Zimmerwald Observatory)、キプロス Troodos (UKSA - Starbrook) の天文台が用いられた。

(b) 宇宙天気エレメント

①宇宙天気セグメント (SWE)

ESA の SWE サービスにより、エンドユーザは様々な関連セクターにおいてシステムに与える宇宙天気の影響を低減し、コストを削減させ、信頼性を向上させることができるようになる。多くのセクターが宇宙天気データを必要としており、SWE セグメントは宇宙機設計、宇宙機運用、有人宇宙飛行、打ち上げオペレーション、電離圏を通過しての電波通信、SSA 監視・追跡、非宇宙システム運用を行うカスタマーにサービスを提供する。SWE セグメントは重複を避けるため既存のデータ提供システムの上に構築され、宇宙天気サービス提供に向けて運用されることを意図している。

準備フェーズの間、ESA の Redu 地上局にある既存の SWE データセンターに加え、ベルギーに設置される予定の新しい SWE サービス調整センター (SSCC) が稼動する予定である。また、既存の専門センターから発展し、多くの専門サービスセンター (ESC) が SWE 参加国に設置され、欧州全域の技術、データ、プロダクトのアーキテクチャにおける SWE フォーカルポイントとして機能する。

役割	宇宙天気イベントとその欧州宇宙アセットおよび地上インフラへの影響の検知および予測
プリカーササービス開始	2012 年
サービスセンター	SWE データセンター (ESA の Redu 地上局 (ベルギー)) SWE サービス調整センター (SSCC) (ベルギー)
センサ	現在：太陽、太陽風、地球磁気圏、電離圏、熱圏をモニターする複数の地上センサと宇宙センサ 将来：国際協力で実施される全体としてコーディネートされた宇宙環境モニタリングシステム

表 3 : SWE

②地球近傍物体 (NEO) セグメント

SSA-NEO セグメントの目的は、地球に関連する NEO の現在および将来における認識を把握し、地球へのインパクトの可能性を推定、インパクトを受けた場合の評価をし、NEO 検知方法を開発することである。NEO のデータは世界中の望遠鏡やレーダシステムにより収集される。それらの観測データはそれぞれ、米国マサチューセッツ州 Cambridge にある国際天文連盟 (IAU) により運営されている Minor Planet Center (MPC) に送付される。そこで収集されたデータは欧州小型天体データセンターにより参照され、軌道や距離が計算される。衝突予測で高いリスクが発見された場合には、アラートが出される前に、NASA の SENTRY システム (米国カリフォルニア州のジェット推進研究所 (JPL) が運用) でデータが再チェックされる。

役割	被害影響を及ぼす可能性のある小惑星に関する警告サービス (発見、特定、軌道予測、非軍事向けアラートを含む) を提供
プリカーササービス開始	2011~12 年のタイムフレーム
サービスセンター	SSA-NEO 小型天体データセンター (SBDC)
センサ	現在 : 追跡データベースによりサポートされた専門・アマチュア望遠鏡とその他のアセットの組み合わせ 将来 : 非軍事機関向けのアラート送付をサポートする統合システム

表 4 : NEO

2009~2012 年に SSA-NEO セグメントは、ESA/ESRIN (イタリア) の小型天体データセンターから提供されるプリカーササービスを実施する。これらのプリカーササービスは既存の NEO 情報を統合し、1 日 24 時間稼働できることを確認するものである。以下の活動が含まれる。

- ESA/ESRIN において要求されたインフラの設置 : 主にコンピュータハードおよび専門調整チーム
- 欧州の科学研究機関との協力 : 欧州 NEO 情報のための新しい中央データベース開発 (一方で現在のサービスも維持)
- インフラ (天文台、カタログ、ネットワーク) や専門性を含む、既存の欧州のリソースへのアクセス

- それらのリソースの SSA-NEO への統合し、保証されたサービスや能力を提供
- 国際科学・政治組織（IAU、UN、など）との協力によるスタディおよび評価、地球への衝突可能性が発見された場合の警告の最善のコーディネート

#### (c) レーダエレメント

将来の SSA レーダは、地球周回軌道のいかなる場所にある物体でも 5cm のサイズで観測する能力を持つ必要がある。テストベッドレーダシステムが同エレメントの中で開発される。同エレメントには、実証に使われる将来システムのための低電力エンジニアリングモデルが含まれ、発見、追跡、特定、カタログ化の能力に関する将来のレーダ要求を試験・実証する。

準備フェーズの間の重要な側面が将来の監視レーダシステムの技術プランの開発と仕様策定になる。同エレメントには以下の活動が含まれる：

- 主要レーダコンポーネントの分析・シミュレーション
- 実証 SSA レーダの初期デザインおよび開発
- SSA レーダ設置場所の分析および選定（初期試験モデルおよび最終レーダ施設の両方）
- 選定場所における準備（サイトでの準備、アクセス、ライフライン、通信リンクなど）
- データセンターとソフト開発

ESA はまた、将来の光学監視システムに向けて、同様のエンジニアリングスタディを実施する。同スタディには、将来設置される可能性のある光学望遠鏡の設計の分析・シミュレーションや宇宙光学望遠鏡ネットワークの研究が含まれる。

#### (d) パイロットデータエレメント

欧州 SSA システムがフルオペレーショナルになった際、自動走査や監視システムにより、毎日、大量のデータが集められ、リアルタイムでアップデートされる。また、技術センターのネットワーク内にある先端ソフト解析ツールに送られる。準備フェーズの間、ESA はプロトタイプソフト開発やデータセンターを含むパイロットサービスを展開する予定である。3 つのパイロットデータセンターが産業界と協力して設置される：

- SSA-SST Space Surveillance Test and Validation Centre (SSTC) (スペイン ESA/ESAC)
- SWE Service Coordination Centre (SSCG) (ベルギー)
- SSA-NEO Small Bodies Data Centre (SBDC) (イタリア ESA/ESRIN)

更に、SSA 追跡センターが ESA のミッション運用チームやシステムと一緒に ESA/ESOC に設置される。

#### (5) フル SSA プログラムに向けての展望

フル SSA プログラムが始まると、SSA 分野における欧州の自立を達成するために更なるシステムが開発・展開される。SSA プログラム継続の決定は 2012 年に予定されている次回 ESA 閣僚級理事会でなされる予定である。同 ESA 閣僚級理事会が当初予定から遅れたこともあり、SSA 準備プログラムは 2012 年まで延長することが決定している。フル SSA プログラムの目的は地上インフラセグメントの運用能力獲得と宇宙インフラ（GEO、GEO より少し下の軌道、LEO コンステレーションからの観測・追跡）の展開であり、2020 年までに包括的な欧州 SSA が構築される。フルプログラムの予算は現在の経済価値にして 5 億～6 億 5000 万ユーロ程度と見積もられている。EU からの追加予算もまたフル SSA 能力獲得のためには重要である。EU からどの程度の SSA 予算を獲得できるかは不透明だが、2014～2020 年の複数年財政フレームワークで SSA にある程度の予算をつけることを検討している。

フル SSA では以下のサービスが提供されると見られている：

- 地球周回軌道（LEO、MEO、GEO、HEO）における物体の発見および追跡
- 追跡物体の特定および correlation
- カタログ化
- 将来観測施設のレーダおよび光学センサのタスキング
- 開発およびプロトタイプフェーズにおいて合意したデータポリシーに沿った光学・レーダ追跡データの配信
- 追跡物体間の高確率の衝突リスクの特定、アラートの発行、回避マヌーバの提言
- 高リスクの再突入イベントの予測とアラート発行の手続き開始
- 軌道上爆発・衝突の発見およびアラートの発行
- 可能な低減アクションのスタディ

## 5. 我が国の SSA 検討に資するための考察

### (1) SSA 活動の一元的機能組織の発足に向けた活動

SSA はかつて軍事用語として米国で活動が展開されてきた。一方、欧州、特に ESA は、民間の宇宙活動を含む新たな SSA を定義し 2007 年から活動を始めている。振り返って日本の現状を見てみると、我が国として、持続的宇宙開発利用を推進するための一元的な SSA 概念がこれまであまり議論されてこなかったために欧米に比べて立ち遅れている印象が否めない。今後、早急に我が国として SSA への取り組みに関する議論を官民一体となって進め、今後の目指すべき SSA 構想を構築し、我が国の SSA 活動の一元的機能組織を発足させる必要がある。

### (2) アジア地域における観測能力の向上

世界のデブリ監視網で、我が国の地理的優位を活かし、観測データの国際的提供・共

有に積極的に参加すべきである。述べてきた通り、米国では軍を中心に NASA と協力しながら特に米国上空を中心とした強力なデブリ観測網を有している。一方、欧州でもフランスやドイツを中心として各国で光学およびレーダのデブリ観測施設を有しており、今後も ESA が調整しながら、欧州域の統合 SSA 構想を実現すべく取り組みを開始した。世界的に見ると、欧米が協力することにより両地域上空の宇宙空間の状況認識能力は幅広いコミュニティや人類の安全保障のために提供することができる。しかしながら、アジア域においては観測網がまだまだ不十分であり、今後の人類の持続可能な宇宙開発のためには我が国が中心となって SSA 分野を引っ張っていく必要があると考える。

### (3) 静止軌道帯における観測の取組み

デブリ問題は、中国の衛星破壊実験や、衛星同士の衝突により中低高度軌道帯領域での監視が注目されているが、静止軌道帯でのデブリ問題は中低高度軌道帯同様、或いはそれ以上に重要な課題であることが認識されている。静止軌道帯における宇宙状況認識の向上を図るため、更なる観測能力の向上と軌道決定精度の向上が必要である。

### (4) 透明性・信頼性醸成措置に向けた取組みの強化

SSA 活動を実りあるものとするためには透明性・信頼性醸成措置が重要である。SSA 活動はもはや一国で行えるものではなく、デブリ、地球近傍小惑星、宇宙天気などの脅威は国際および人類による持続的開発の問題となりつつある。そのためにも国際協力は必須であり、そのための最も重要な活動がデータ共有となる。一方で、宇宙開発利用は、今やそれぞれの国々にとって、最も重要な社会基盤を構成するシステムであり、また、安全保障上の重要な要素でもあるため、国際協力を達成することは容易ではない。相互に効果的なデータ共有を計るには、様々な国家間で、コミュニケーション手段の開設や情報の公開などにより、情報の不確かさによる誤解や不信を減少させることが必要であり、今後、いかに透明性・信頼性醸成措置を講じていくかが重要なポイントとなる。

### (5) 国際的な行動規範作りへの積極的な参加

宇宙開発利用の持続的発展のため欧州は既に国際的な行動規範の策定を提案している。また、米国も欧州が提案する行動規範をどの程度採用するかは不透明だが、同様に本年 1 月に「国際行動規範」を呼びかけ、宇宙活動における一定のルール作りを進めるべきとの立場を取っている。宇宙活動先進国と宇宙活動後進国が幅広く受け入れられるには、どのような規範を作るべきかについて早急に国際的に議論を進めていく必要がある、我が国もそのような規範作りの議論に積極的に参画するべきである。

### (6) SSA 活動に関する政策レベルの国際対話の継続

SSA 活動は我が国でも世界に貢献できる分野であり、アジア地域においてリーダーシ



ップを発揮できる分野である。アジアのリーダとして日本のリーダーシップに大きな期待が寄せられている中で、SSAに関する政策レベルの国際集会（対話）を毎年わが国で開催する意義はあり、そのような対話を通じて我が国のみならず、国際的なSSA向上に向けての取組みを行う必要がある。

最後に、これらのことを実現するためには我が国としてSSAの能力を向上させる必要がある他、更なる国際協力の推進を図る必要がある。また、SSAの分野では今後、将来的にデブリを発生させるであろう新興国を含むアジア各国の巻き込みが必要不可欠であり、我が国として同じアジア地域に位置する国としてイニシアチブを取っていくべきである。そのためにも、我が国独自の「スペースデブリ監視・解析センター」の実現、スペースデブリ低減に向けた国際協力のための国際対話の場を継続的に提供し、“人類の持続的な宇宙開発利用”を実現する必要がある。

添付

## Cooperation between Japan and Europe in the Space Situational Awareness (SSA) Field

Yoshinori KOBAYASHI, Japan Space Forum, former Visiting Researcher at ESPI

*Space Situational Awareness (SSA) is defined as the comprehensive knowledge of the population of space objects, of the space environment, and of the existing risks and threats to the space domain. It is within the technical ability of different space-faring actors to detect, track, identify and catalogue objects in outer space. SSA activities aim to recognise the situation and threats related to space and maintain the robustness of any space operation by commercial, civil and military actors. Monitoring the space environment needs to be conducted world-wide and it is difficult to tackle the issue with each country acting separately. In this sense, the building of a new framework for international cooperation among the U.S., Europe, Japan and other countries in SSA activities is required.*

### 1. Introduction

The main implementing bodies of SSA activities are the United States Air Force (USAF) and the National Aeronautics and Space Administration (NASA) in the U.S., and the European Union (EU)/European Commission (EC) and the European Space Agency (ESA) in Europe. In the U.S., USAF is the entity that operates and maintains SSA assets, while the Secretary of Defence and the Director of National Intelligence are responsible for policy and international cooperation on SSA, as well as for cooperating with the industry. The U.S. operated Space Surveillance Network (SSN) is a key asset in the field of SSA, providing for a comprehensive space surveillance capability. Russia also has operational space surveillance capabilities and maintains a regularly updated space object catalogue.<sup>1</sup> SSA activities are becoming more important in terms of a comprehensive security and safety policy related to space. Space-based systems, such as navigation, Earth observation and communication satellites have become indispensable to the good functioning of economic and government structures. Any loss of services from these systems would have a serious impact on a wide range of commercial, civil and military activities.

<sup>1</sup> C. Portelli, SSA European Scenario - A "dual use" system for Europe, 22 April 2011

### 2. Current SSA Activities in Japan

Monitoring the space environment from Japan is conducted by the Bisei Space Guard Centre (BSGC) optical telescope facility, and the Kamisaibara Space Guard Centre (KSGC) radar facility, located in the Okayama Prefecture. The Japanese government approved the plan to construct these facilities in 1998 as Japan's first facilities for autonomously monitoring space debris and Near Earth Asteroids (NEA). The review of the FY 1998 Space Development Programme was conducted in August 1998. The review pointed out that it is necessary for Japan to understand the exact orbits and distribution of space objects for space environment protection and space guard purposes, and that there is an urgent need to construct its own observation facilities. On the other hand, Okayama Prefecture developed the "Guideline for S&T Promotion in Okayama Prefecture" in March 1998 and invited to set up that kind of facility as part of the S&T promotion policy of the prefecture. The construction of the facilities was realised by securing a special budget for promotion of S&T in the local area. These facilities are owned and operated by the Japan Space Forum (JSF).

BSGC is equipped with a 50 to 25cm and 1m diameter optical telescopes, mainly observing

asteroids and space debris coming close to Geostationary Earth Orbit (GEO) satellites possessed by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) and private companies like Sky Perfect JSAT Co., as well as the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA). BSGC is the only entity monitoring debris located in the area of GEO above the East Asia region. The 1m telescope is able to observe objects of a magnitude of X20 in brightness (about 1 square metre in size) or more in GEO, and the 50cm telescope was able to observe the small debris derived from China's anti-satellite test of 2007. BSGC recently upgraded the drive unit and CCD camera of its telescopes and is now trying to make observations of space debris located in Medium and Low Earth Orbit (see Tables 1 and 2).

KSGC is a radar facility dedicated to observing space debris in Medium and Low Earth Orbit. It has the capability to observe debris of 1m in diameter or more, at a range of about 600 km, and to track up to ten debris objects at once with its phased array antenna. The facility conducts an observation of re-entry of large structural objects and it successfully monitored the re-entry of H-II Transfer Vehicle (HTV) named "Kounotori". KSGC was constructed as a pilot project towards a next generation facility, which aims at obtaining a sub-metre debris observation capability, equivalent to that of the U.S. and Europe (See Table 3).

**Japan has the world's first observation facility dedicated to observe space debris and Near Earth Asteroids (NEA) from the very beginning of the operation.**

Regarding their operation, the optical telescope is prepared for observation in the daytime every day and two observers perform an operation at nighttime until the morning. In contrast, the radar facility observes space objects for 16 hours per day by unmanned operation. It is operated by remote control from the Tsukuba Space Center of JAXA.

The main user of both the BSGC and KSGC facilities is JAXA, but the raw data unprocessed or non value added acquired by the facilities belong to JSF. The processed data or value added data belong to the organization that processed it. JAXA monitors Japanese civil and commercial satellites in orbit, as well as the space debris around these satellites, by using their observation data. In addition, JAXA tries to discover unknown asteroids and to verify the orbit of asteroids observed by the world-wide

observation network. While Japan observes space debris with both facilities, it is largely dependent on the U.S. SSN's Two Line Elements (TLEs). Moreover, Japan sometimes requests data from Germany's TIRA Radar for conjunction analysis.

### 3. Political Discussions on SSA in Japan

The establishment of a Japanese Basic Space Law on 21 May 2008 was an important step for the Japanese SSA. One of the main objectives of the law is opening the door to the use of outer space for "non-aggressive" national defence purposes and to the promotion of SSA activities in the space industry. To achieve these objectives, the law directed the Japanese government to establish the Strategic Headquarters for Space Policy, led by the Prime Minister within the Cabinet Office, and to reconstruct its governing structure of space activities.

Over a decade ago the Space Activities Commission (SAC) headed by the Prime Minister managed Japanese space activities. Then a reorganisation of government ministries and agencies occurred in 2001 and SAC became an advisory body for Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). It is said that the reorganisation led to a decline of management capacity for space activities in Japan. Through establishing the Strategic Headquarters for Space Policy, the headquarters led by the Prime Minister now manage all space activities, while inconsistencies between the vertically divided administrative functions of ministries are also resolved and space activities' streamlined. The Japanese government has prohibited the Ministry of Defence and the Japanese Self Defence Force (JSDF) from using outer space for defence purposes since 1969, when the Japanese Parliament decided to conduct space activities only for peaceful purposes in the strict sense. Japanese space policy has significantly changed with the enactment of the Basic Space Law.

The Japanese Basic Space Law calls for increasing international cooperation in order to preserve the space environment.<sup>2</sup> It specifically foresees that:

- Japanese space activities shall be conducted in a manner that would contribute to the removal of various threats against people's lives and livelihoods, protect the peace and safety of the international community, and the national security of Japan.

<sup>2</sup> The Japanese Basic Space Law  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/utyuu/kihon.pdf> (Japanese)

- Japanese space activities shall be conducted in a manner that would fulfill a role in the international community, as well as contribute to securing national benefits in the international community through enhanced diplomatic power and international cooperation.

In June 2009, following the enactment of the Japanese Basic Space Law, the Strategic Headquarters for Space Policy drew up the Basic Plan for Space Policy, which is the first national comprehensive strategy document covering its overall space policy.<sup>3</sup> In line with the Japanese Basic Space Law, the plan describes the basic policy and the measures which the government should take from FY2009 to FY2013, anticipating developments within the next ten years. The plan describes the lines that have a particular influence on future SSA activities in its basic pillars<sup>4</sup>:

- Bearing in mind related international agreements and the principle of pacifism enshrined in the Constitution of Japan with the Basic Space Law in mind, this new approach to the use of space and related R&D is intended to reinforce Japanese national security by improving information gathering capabilities, and especially early warning and surveillance activities, in the light of the international situation, and especially the circumstances in the North East Asia region.
- Regarding the promotion of space for diplomacy, it is important for Japan to utilise space activities as a tool for diplomacy and assert itself in the international society in order to enhance its international leverage and presence, and increase its soft power.
- The use and R&D of space itself requires a certain degree of consciousness towards the Earth environment and at the same time towards the space environment as well. In the future, as a country aiming to expand the use and R&D of space, Japan is required to take the lead in contributing to the decrease of debris occurrence caused by the launch of Japanese rockets and satellites and to increase the level of debris monitoring for preserving the space environment in collaboration with the international community.

In addition, the following actions were described as specific measures facilitating Japanese SSA in the Basic Plan for Space Policy: a) observation of space objects to understand the population of

debris; b) efforts to limit the generation of debris caused by Japan's use of space; c) R&D in technologies to remove already existing debris; d) efforts to improve space weather forecasting, including solar activities. As previously described, Japanese SSA facilities can only detect orbital objects of a minimum size of approximately 1m in LEO so far. The Plan indicated the need to acquire the ability to observe sub-metre class debris, especially in LEO, and to determine their orbital characteristics by working together with the Ministry of Defence (MoD) and other countries. Apparently the MoD is interested in Japanese SSA and it is utilising observation facilities of space debris. It is expected that their requirement will be gathered by symposia or consultations and integrated into the future Japanese SSA architecture study.

**Japan is planning to have a capability to observe sub-metre class debris in the future.**

#### 4. Challenges to the Progress of Japan's SSA Activities

Even though the Basic Plan for Space Policy has been formed, Japan does not in fact have any concrete strategic policies and implementation plans to give effect to the foreseen measures. The U.S. and Europe are conducting activities towards their own streamlined SSA design in collaboration with other stakeholders, in order to facilitate the sustainable development of their space activities. So far, Japan has contributed to the international community through observing debris, conducting debris space proximity analysis, taking debris collision avoidance measures and establishing space debris mitigation guidelines.<sup>5</sup> However, there is no concrete streamlined SSA concept involving government organisations, or the private companies that own and operate commercial satellites. It is necessary for Japan to accurately assess the current situation of SSA activities in the U.S., Europe and other countries, and to proceed with discussing a concept SSA study in light of Japan's interests. Yet, the Japanese economy faces an era of low growth that requires financial reforms, while the country's declining demographics will result in increased social welfare expenditures in the future. Consequently, although the need for achieving a sub-metre debris observation capability has been indicated in the Plan, the annual budget increase and adequate implementation structures required may

<sup>3</sup> Leaflet of Basic Plan for Space Policy, June 2009  
[http://www.kantei.go.jp/ip/singqi/utyuu/keikaku/pamph\\_en.pdf](http://www.kantei.go.jp/ip/singqi/utyuu/keikaku/pamph_en.pdf)

<sup>4</sup> Basic Plan for Space Policy, 2 June 2009  
[http://www.kantei.go.jp/ip/singqi/utyuu/basic\\_plan.pdf](http://www.kantei.go.jp/ip/singqi/utyuu/basic_plan.pdf)

<sup>5</sup> Setsuko Aoki, Kokusai-Jousei No.81, p367-379  
<http://spacelaw.sfc.keio.jp/sitedev/archive/JSSA.pdf>  
(Japanese)

not be forthcoming. Even in this situation, however, Japanese SSA should be established as an important programme from the aspect of international cooperation and the safety of humankind.

**Mitigation of space debris and avoidance of asteroids collisions to the Earth are challenges common to all humankind.**

In general, SSA activities present challenges common to all humankind, such as debris observation, proximity analysis, in orbit collision avoidance measures, space weather information gathering, Near Earth Objects monitoring, and the international standardisation of space debris mitigation procedures. In this sense, some SSA activities are suitable to be conducted in collaboration with other countries. The U.S. has a powerful and global network in the SSN, and Europe will conduct its SSA activities on the premise of cooperation within the European region and with other countries through European institutions, such as ESA and the EC. While Japan's national security is still based on the axis of Japan-U.S. relations, its contribution to extending international cooperation is required.

## 5. European SSA Initiatives

Europe is recognising the need to develop an autonomous SSA capability<sup>6</sup> in order to protect European space infrastructure. At the same time, close transatlantic cooperation in this field would be desirable for Europe, since no European SSA can presently fully substitute the expertise and capabilities fielded by the U.S. system. Furthermore, improving international cooperation in space and increasing Europe's role in it has been recognised as a top space policy objective for Europe, as well as a key element of the "Europe 2020" strategy, which is the EU's development strategy through smart, sustainable and inclusive economic activities for the coming decade. Space can support these objectives by creating high-skilled employment and commercial opportunities, boosting innovation, and improving the citizens' well-being and security. In this framework, SSA development will also create skilled jobs and targeted investments.

European SSA will initially make use of existing ESA, European and international partner assets, federated together into SSA services to create new operational capabilities. These will later be extended by a new infrastructure that will include search radars and optical survey telescopes, and may even include dedicated satellite missions in

the future. The European SSA programme is currently implemented as an optional ESA programme, as far as its design, development and deployment are concerned. The SSA Preparatory Programme (SSA PP), to which €49.65 million were allocated in total, was authorised at the ESA Ministerial Council of November 2008 and formally launched in January 2009. After an initial development period foreseen until 2012, the system's full operational service development could begin upon ESA member states approval at that time.

When the full SSA programme begins, additional systems will be developed and deployed as required, in order to achieve a certain degree of European autonomy in this area. The decision regarding the continuation of the SSA Programme is scheduled to take place during the next ESA Ministerial Council, foreseen in 2012. The objective of the full SSA programme would be to achieve the full operational capability of the ground infrastructure segment, as well as begin the development of space-based infrastructure (GEO and sub-GEO, LEO constellation for Survey and Tracking<sup>7</sup>), with the horizon of establishing a comprehensive European SSA system by 2020. The foreseen budget for the full programme is projected at approximately €500 million. Additional funding from the EU would also constitute a very important contribution to achieving full European SSA activities.

## 6. Recommendations

As described above, Japan has contributed to the international community in a variety of debris related activities. Japan is only the second country to create its own standardisation for space debris mitigation and has been engaged in establishing the mitigation guidelines of the Inter-Agency Space Debris Coordination Committee (IADC) and the UN Space Debris Mitigation Guidelines, in addition to reporting measures taken by Japan in this area to the subcommittees of the UN Committee on the Peaceful Uses of Outer Space every year.<sup>8</sup> In this context, Japan needs to make efforts towards establishing or subscribing to a code of conduct for space activities and developing an effective monitoring system of the code's implementation within the international community. Japan should continue contributing to the international community's efforts in this field, and by doing so increase its own international standing and influence in space policy matters. One of the ideas would be to create a regional SSA in the

<sup>6</sup> Brochure of SSA Programme, ESA, 2008

<sup>7</sup> Supra note 1.

<sup>8</sup> Supra note 5.

Asia-Pacific region. For geographical reasons Japan has a priority responsibility in the region. Japan should be able to set up cooperation with Australia on activities in the southern hemisphere, where a space monitoring capability is lacking, noting that Australia has recently moved toward cooperation with the US in the area of SSA. Furthermore, there is a possibility of cooperation with emerging countries like China and India, although it is unclear what their SSA capabilities are. Japan needs to be alert to initiatives of China and India in the field of SSA, for the purpose of a possible cooperation with them.

As the Basic Plan for Space Policy of Japan describes, it is important for Japan to utilise space activities as a tool of diplomacy, asserting itself within the international community and enhancing its international leverage and presence. Japan will be able to boost its influence in the international community by enhancing its capacity to monitor the space environment, including space debris. This kind of enhancement will also promote Japan to the position of an indispensable partner within the international community.

In this sense, Japan should immediately proceed to study its own comprehensive SSA concept and consider the construction of the next generation space monitoring facility, involving the Ministry of Defence and other countries. Apart from exploring cooperation with the U.S., it would be

also necessary for Japan to reinforce its cooperative ties with Europe, which has already started its own SSA activities, and to aspire to closer international cooperation with Russia too. Japan has already used a European radar facility named FGAN on a contract basis to observe Japanese satellites, while JAXA is involved in cooperation with the French space agency CNES, and so on. The first step of further cooperation between Japan and Europe will be data sharing. One of the examples of the future Japan-Europe SSA cooperation could be the case of observing debris around geostationary Earth orbit (GEO) satellites above each region and sharing its data.

**Japan should reinforce cooperative ties in SSA with Europe, as well as with the U.S.**

In order to accelerate the development of international cooperation on this issue, Japan should take the initiative for an international symposium on SSA as a first step, where all the key players would gather to consider creating a joint world-wide road-map of improved SSA activities, and where possibly a “global SSA” concept might be discussed. In this symposium, the topic would be how a global SSA could materialise in terms of technological, operational and programme management by all participant countries. Most possibly, global SSA cooperation will start with data sharing. Ideally, the Strategic Headquarters for Space Policy in Japan would take the lead for the Japanese part of global SSA, with each ministry, JAXA and JSF contributing.

- Structure	Folk-type equatorial
- Focus mode	Cassegrain-type, F/3
- Total FOV	3 degrees
- Number of CCDs	4
- CCD mosaic FOV	2.4 x 1.2 degrees
- Spectral range	400-1100 nm
- Operating Temp.	-100 degrees Celsius
- CCD Catalog No.	Hamamatsu Photonics kk, 2k4kBICCD-5877
- CCD type	a back-illuminated 2048 x 4096 pixels
- CCD size	60mm x 30mm
- Pixel size	15 micrometers

Table 1: Specifications of 1m Optical Telescope

- Focus mode	Cassegrain, F/2 / Baker Richey Chretien, F/5
- FOV	2 degrees / 5 degrees
- Structure	Folk-type equatorial / German-type equatorial
- CCD camera	2k x 2k pixel CCD cell

Table 2: Specifications of 50cm/25cm Optical Telescope

- Frequency	S-Band (3GHz)
- Output Power	70kw
- Type of Antenna	Active Phased Array (1,395Tx/Rx modules)
- Antenna Aperture	2.8 x 2.8m
- Beam Width	2 degrees
- Antenna Beam Steering	Elevation: 54 degrees fixed and 15-75 degrees by electrical scanning Azimuth: +-45 degrees by electrical scanning and +-270 degrees by mechanical positioning
- Observation Capability	Max. Range: 1,350km Min. RCS: 0.786m <sup>2</sup> (1m diameter) at 600km slant range 10 objects are tracked simultaneously
- Operation Modes	Initial Acquisition: Box scanning Nominal Operation: Auto tracking Re-entry Observation: Multi-Stage observation, Shift Observation, Shift and Repeat Observation

Table 3: Specifications of Radar Facility





### Mission Statement of ESPI

The European Space Policy Institute (ESPI) provides decision-makers with an informed view on mid- to long-term issues relevant to Europe's space activities. In this context, ESPI acts as an independent platform for developing positions and strategies.

### Available for download from the ESPI website

[www.espi.or.at](http://www.espi.or.at)

Short title: ESPI Perspectives 53  
Published in October 2011

Editor and publisher:  
European Space Policy Institute, ESPI  
Schwarzenbergplatz 6 • A-1030 Vienna • Austria  
<http://www.espi.or.at>  
Tel: +43 1 7181118-0 / Fax: -99  
Email: [office@espi.or.at](mailto:office@espi.or.at)

Rights reserved – No part of this report may be reproduced or transmitted in any form or for any purpose without permission from ESPI. Citations and extracts to be published by other means are subject to mentioning "Source: ESPI Perspectives 53, October 2011. All rights reserved" and sample transmission to ESPI before publishing.

ESPI Perspectives are short and concise thought or position papers prepared by ESPI staff as well as external researchers.

Any opinion expressed in this ESPI Perspective belongs to its author and not to ESPI.  
The author takes full responsibility for the information presented herein.